# PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

NR IND 372161

cena 12000 zł

styczeń

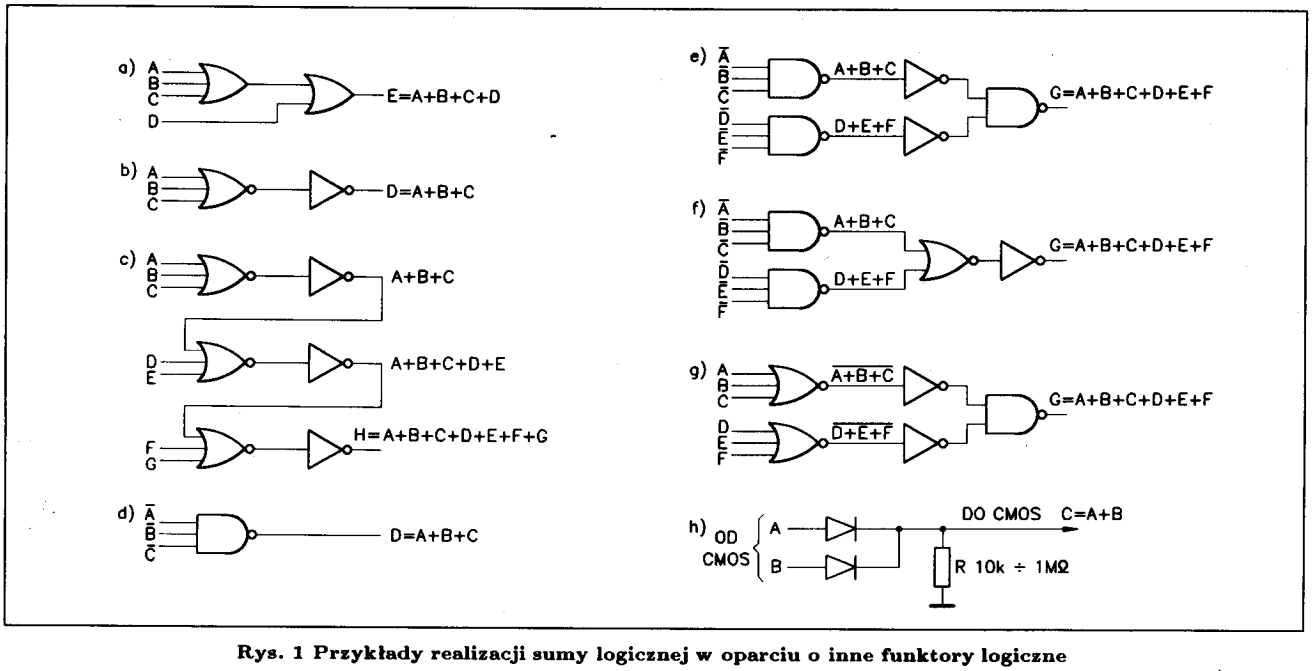
nr 1 '94

# Cyfrowe układy scalone CMOS – praktyka i teoria cz. 5

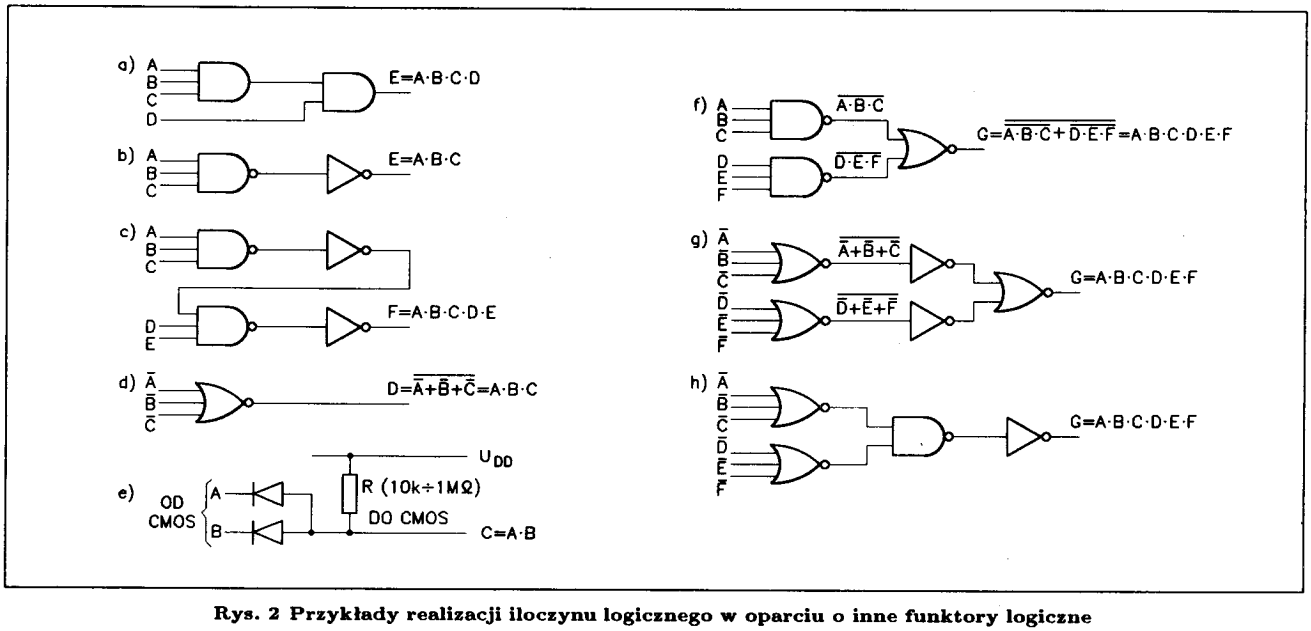
Często przy projektowaniu układów cyfrowych potrzebny jest funktor logiczny, np. sumator. Niestety okazuje się, że w układzie nie mamy żadnej wolnej bramki sumy. Dokładanie nowego układu scalonego nie ma sensu. Najprostszym wyjściem z takiej sytuacji jest zbudowanie układu sumy z innych wolnych bramek. Przykłady takich rozwiązań, realizujących sumę logiczną zamieszczono na rysunku 1. Warto zwrócić uwagę na schematy d), e), f), gdzie do realizacji sumy sygnałów $A$, $B$, $C$... wykorzystuje się zanegowane sygnały $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$..., które mogą być dostępne w układzie np. na wyjściach przerzutników.

Może też zdarzyć się sytuacja, kiedy nie posiadamy żadnej wolnej bramki. W takim przypadku także można wybrnąć z kłopotu stosując sumator diodowy. W sumatorze tym ilość wejść jest praktycznie nieograniczona, nie zaleca się jednak przekraczać liczbę dziesięciu. Jako diody można stosować dowolne uniwersalne diody krzemowe. Wartość rezystora nie jest krytyczna i najczęściej wynosi ok. 100 kΩ. Przy większych częstotliwościach sygnałów wejściowych niezbędne jest zastosowanie szeregowo połączonych dwóch inwerterów poprawiających kształt sygnału na wyjściu bramki diodowej.

Analogiczne rozwiązania spełniające funkcję iloczynu logicznego przedstawiono na rysunku 2. Podobnie jak poprzednio można zbudować bramkę diodową realizującą iloczyn logiczny.




**Rys. 1 Przykłady realizacji sumy logicznej w oparciu o inne funktory logiczne**




**Rys. 2 Przykłady realizacji iloczynu logicznego w oparciu o inne funktory logiczne**

**Ciąg dalszy w następnym numerze.**

# PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

STYCZEŃ nr 1/94

## SPIS TREŚCI

Cyfrowe układy scalone CMOS – praktyka i teoria cz. 5 ..... 2
Automat losujący ..... 4
Prosty tester tranzystorów ..... 9
Elektroniczny termometr cyfrowy od −50°C do +100°C ..... 10
Regulator świateł dziennych w samochodzie – sprostowanie ..... 14
Kondensatory produkcji ZPR MIFLEX – dane techniczne cz. 1 ..... 15
Częstościomierz cz. 5 ..... 20
Strojenie odbiorników radiowych cz. 2 ..... 22
Pomiar charakterystyki częstotliwościowej ..... 25
ICL 7107 – usprawnienia ..... 27
Wzmacniacz akustyczny dużej mocy – zabezpieczenie ..... 28
Korektor sygnału video – poprawka ..... 30

Płytki drukowane wysyłane są w terminie do trzech tygodni za zaliczeniem pocztowym.
Nie przyjmujemy telefonicznych zamówień na płytki drukowane.
Koszt wysyłki 20000 zł przy kwocie do 100000 zł; 24000 zł przy kwocie do 200000 zł.
W sprzedaży wysyłkowej dostępne są numery 3/92, 1,3,4,6/93 oraz 8÷12/93 PE w cenie detalicznej plus koszty wysyłki.
Kserokopie artykułów wysyłamy w cenie 10.000 zł za pierwszą stronę, za każdą następną 1.000 zł plus koszty wysyłki.

**Wydawca ARTKELE – Zielona Góra**

**Ogłoszenia i Reklamy**

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto ARTKELE - WYDAWNICTWO TECHNICZNE ul. Prosta 11 Zielona Góra, BANK SPÓŁDZIELCZY Zielona Góra nr 997283-102847-2541.

**Ceny:**

- 1 cm$^2$ ogłoszenia ramkowego 12000 zł + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 15 cm$^2$)
- ogłoszenia drobne do 40 słów 7000 zł + 22% VAT za słowo

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść ogłoszenia.

**Adres:**
Redakcja "Praktyczny Elektronik"
ul. Prosta 11
tel. 704–82
65–001 Zielona Góra,
Red. Naczelny inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczone w "Praktycznym Elektroniku" mogą być wykorzystywane wyłącznie dla potrzeb własnych. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów "Praktycznego Elektronika" – możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Druk: Poligraficzno-Papiernicza Spółdzielnia Pracy "INSPRA" ul. Krośnieńska 12 Zielona Góra.

# Automat losujący

**Ostatnio dużą popularnością cieszą się gry losowe. Prawdopodobieństwo trafienia jest w nich bardzo małe, ale za to główna wygrana może przyprawić nie jednego o zawrót głowy. "Miliard w środę i miliard w sobotę", to slogan reklamowy który słyszy się bardzo często. Skreślanie liczb, ma swój urok, a także niesie ze sobą sporo emocji. Naszym wkładem w "rozwój" tej dziedziny życia będzie układ do automatycznego losowania liczb.**

Gry liczbowe polegają na wytypowaniu kilku liczb (5 lub 6), z większej grupy liczb (42, 45, 49). Na pozór wydawać się może, że nie ma nic prostszego, niż trafienie takiego układu. Jednak liczba możliwych kombinacji jest bardzo duża, a co za tym idzie szansa trafienia zostaje bardzo mała.

Bardziej dociekliwym Czytelnikom proponuję mini-konkurs. Proszę o podanie liczby możliwych kombinacji dla poszczególnych wersji gier liczbowych, w których losuje się:
- 5 z 42 liczb,
- 5 z 45 liczb,
- 6 z 49 liczb.

Wśród Czytelników, którzy nadeślą w terminie do 31 stycznia '94 roku prawidłowe odpowiedzi (decyduje data stempla pocztowego), rozlosujemy dwie nagrody w postaci płytki drukowanej i kompletu elementów do budowy automatu losującego. Wyniki konkursu wraz z prawidłowymi odpowiedziami opublikujemy w numerze 3/94 PE.

Praca automatu losującego polega na wyświetleniu losowej (przypadkowej) sekwencji liczb. Możliwe jest także wybranie jednej z wersji gier liczbowych, na przykład wylosowanie 6 z 49 liczb, lub 5 z 45 i 5 z 42 liczb. Losowe wybieranie liczb wymaga zastosowania układu, który będzie wytwarzał przebieg zupełnie przypadkowy, tzn. taki, w którym nie można przewidzieć stanów na wyjściu układu. Źródłem takiego przebiegu może być generator szumu, którego charakter jest przypadkowy.

Źródłem szumów mogą być różnego rodzaju zjawiska fizyczne. Można do tego celu wykorzystać materiały promieniotwórcze, promieniowanie kosmiczne, rezystory, lampy próżniowe i gazowane, fotorezystory, elementy półprzewodnikowe. W naszym przypadku najprościej jest zastosować element półrzewodnikowy. Złącza n-p i p-n wykazują znaczny poziom szumów przy polaryzacji wstecznej, na skutek zjawiska lawinowego.

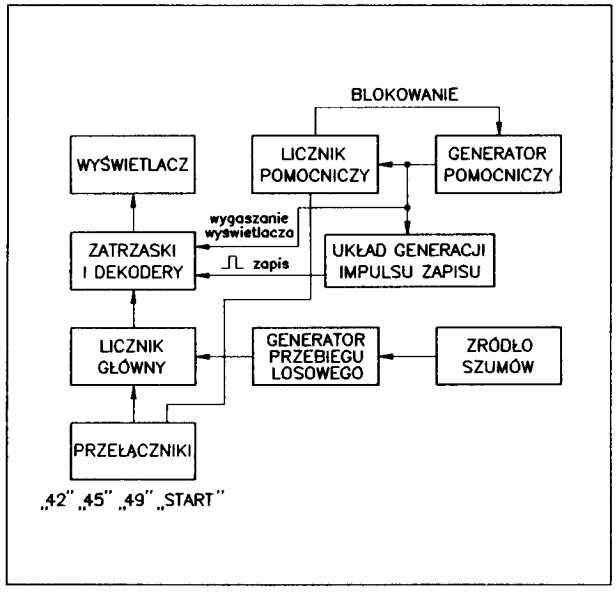
Jednymi z częściej stosowanych półprzewodników są specjalne diody Zenera, które charakteryzują się dużą stabilnościa generacji szumu. Zastosowanie typowej diody Zenera stosowanej do stabilizacji napięć nie przynosi oczekiwanych efektów, gdyż w takich diodach szum jest zjawiskiem niepożądanym, w związku z czym parametr ten jest minimalizowany w procesie projektowania i produkcji diody.

Jednak bardzo łatwo można zbudować diodę Zenera charakteryzującą się dużym poziomem szumów. W roli takiej diody wystąpi tranzystor krzemowy, w którym zwarto bazę z kolektorem, a powstałe w ten sposób złącze p-n spolaryzowano zaporowo. Typ przewodnictwa tranzystora jest obojętny, w opisanym generatorze zastosowano tranzystor npn. Napięcie przebicia diody Zenera zbudowanej z tranzystora zawiera się w granicach 5 ÷ 10 V i zależy od typu, technologi, i producenta tranzystora.

Źródła szumów stosowane w układach profesjonalnych powinny spełniać szereg wymogów dotyczących stabilności generacji, średniej częstotliwości impulsów, rozkładu widmowej gęstości mocy itp. Dla naszych potrzeb wystarczy jednak źródło znacznie prostsze, w którym wszystkie podane wyżej parametry nie są kontrolowane.

## Opis układu

Schemat blokowy automatu losującego przedstawiono na rysunku 1. Pozwoli on na zapoznanie się z ideą pracy, tego nietypowego urządzenia. Po naciśnięciu włącznika START automat losujący wyświetli kolejno wynik jednego z wybranych losowań. Przy jego pomocy można losować: 5 z 42, 5 z 45, lub 6 z 49 liczb.




**Rys. 1 Schemat blokowy automatu losującego**

"Sercem" automatu jest źródło szumów współpracuje z układem wytwarzającym dwuwartościowy sygnał przypadkowy. Źródło wytwarza w przypadkowych chwilach impulsy o ustalonej amplitudzie i częstotliwości średniej, które podlegają ograniczeniu amplitudy i dostosowaniu jej do poziomów wymaganych przez układy logiczne. Nazwa sygnału dwuwartościowego pochodzi

od dwóch poziomów logicznych, które występują na wyjściu tego układu. Kolejne sekwencje zer i jedynek są zupełnie przypadkowe.

Impulsy wyjściowe zliczane są przez licznik główny, którego cykl zliczania może być ustawiany przełącznikami. W zależności od ustawienia przełączników cykl zliczania wynosi 49, 45 lub 42. Z wyjść licznika sygnały są doprowadzone do zatrzasków i dalej do dekoderów kodu BCD na kod wskaźnika siedmiosegmentowego.

W urządzeniu zastosowano także pomocniczy licznik, zliczający impulsy z generatora pomocniczego. Cykl zliczania tego licznika jest ograniczony do 5 lub 6, gdyż tyle liczb należy wybrać w każdym losowaniu. Po wykonaniu całego losowania licznik pomocniczy blokuje generator i w ten sposób procedura losowania zostaje zakończona. Z przebiegu wyjściowego generatora pomocniczego wytwarza się impulsy zapisu stanów licznika głównego do zatrzasków, oraz sygnał wygaszania wyświetlacza po zakończeniu losowania. Przycisk start pozwala na uruchomienie procesu losowania.

Automat losujący został zaprojektowany w oparciu o rodzinę układów TTL. Licznik główny zbudowano z dwóch układów UCY 7490 (US3 i US4). Licznik US3 zlicza jednostki, a licznik US4 dziesiątki impulsów pochodzących z generatora losowego. Długość cyklu zliczania zależy od ustawienia przełączników WŁ1 ÷ WŁ3. Skrócenie cyklu zliczania polega na wyzerowaniu licznika w momencie pojawienia się na jego wyjściach stanu przekraczającego o jeden długość cyklu zliczania. Dla poszczególnych cykli można tą zasadę zilustrować przy pomocy tabeli 1.

**Tabela 1**

| Cykl zliczania | Wyjścia licznika US 4 | | | | Wyjścia US3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | C | B | A | D | C | B | A |
| 42 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 45 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 49 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

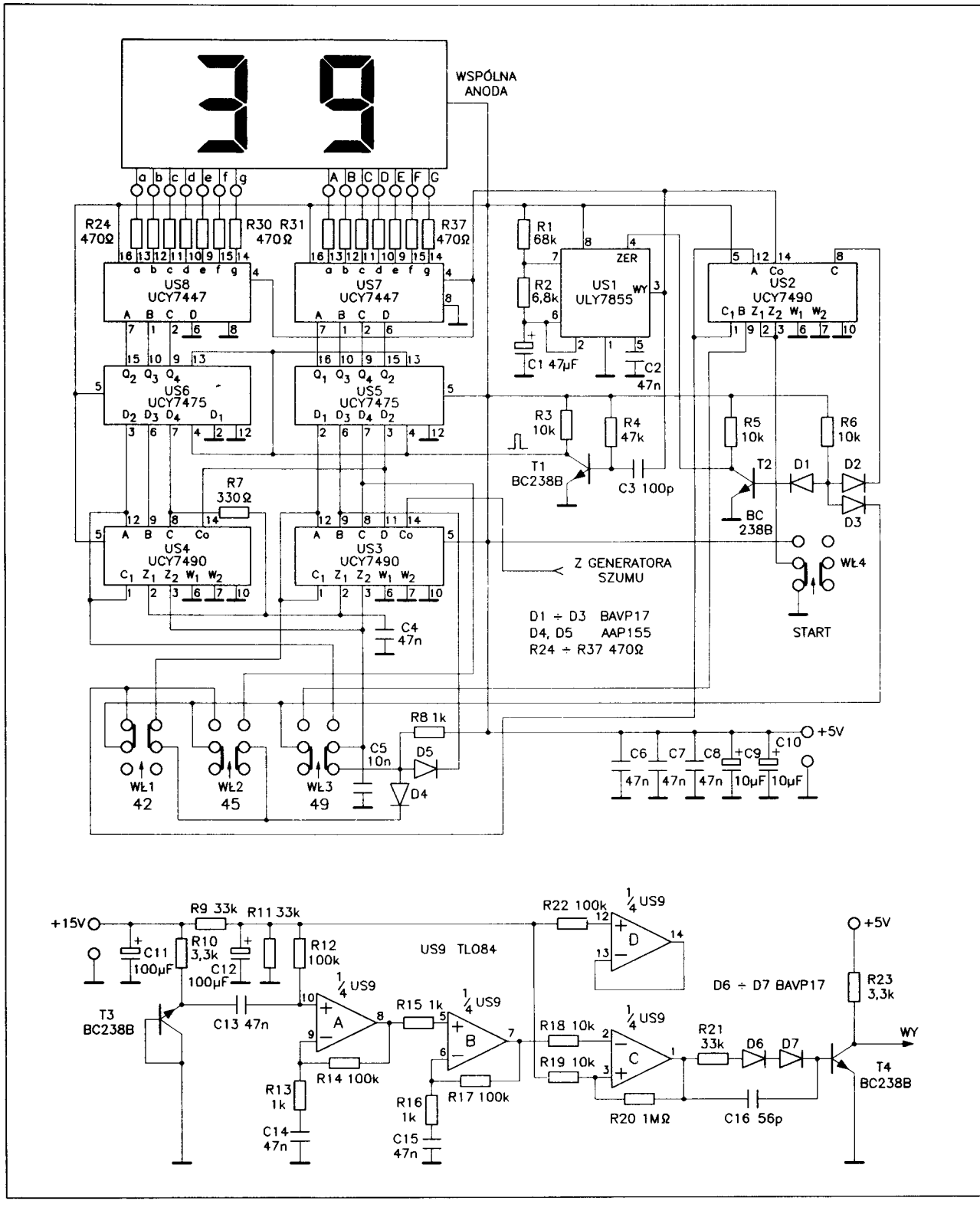
Dla cyklu zliczania do 42 stan wyjść liczników US3 i US4 podany w tabeli odpowiada liczbie 43 (zapisanej dwójkowo w kodzie BCD). Iloczyn stanów z wyjść C – US4 i B, A – US3 zostaje doprowadzony do wejść zerujących liczników (zerowanie przy pomocy jedynki logicznej). Warto zauważyć, że dla wszystkich trzech przypadków wymagane jest, aby wyjście C licznika US4 było w stanie jedynki. Z tego też względu wyjście to połączono na stałe z jednym z wejść zerujących (nóżka 2 US3 i US4). Pozostałe kombinacje doprowadzane są do drugiego wejścia zerującego za pośrednictwem przełącznika i diodowej bramki AND D4, D5. Pojawienie się na wyjściu licznika jednego ze stanów zamieszczonych w tabeli powoduje natychmiastowe wyzerowanie go i rozpoczęcie zliczania od początku, czyli od stanu 0000, 0000. Układ R7 i C4 wprowadza niewielkie podtrzymanie sygnału zerującego mające na celu eliminację hazardu (wyścigu przebiegów), który może wystąpić w tak rozwiązanym układzie zerującym. Licznik główny zlicza impulsy generatora przebiegu losowego przez cały czas pracy automatu losującego, nawet w czasie kiedy cykl losowania został zakończony i wyświetlacz wyników pozostaje wygaszony.

Stany z wyjść liczników US3 i US4 doprowadzone są do zatrzasków (układów pamiętających wynik) UCY 7475 (US5 i US6). Ich zadaniem jest zapamiętanie wyniku na czas niezbędny do wyświetlenia go. W tym czasie licznik zlicza nową "porcję" impulsów z generatora losowego. Przepisanie wyniku odbywa się dodatnim zboczem impulsu zapisu doprowadzonego do nóżek 4 układów US5 i US6. Bezpośrednio z wyjść zatrzasków zapamiętane stany doprowadzone są do dekoderów UCY 7447 (US7 i US8), które sterują pracą wyświetlaczy siedmiosegmentowych ze wspólną anodą. Do zatrzasku i dekodera dziesiątek (US6 i US8) doprowadzono tylko trzy młodsze bity z licznika US4, gdyż najwyższa liczba dziesiątek wynosi 4. Wskazania na wyświetlaczu mogą zostać wygaszone przez podanie zera logicznego na nóżki 4 układów US7 i US8. Sytuacja taka ma miejsce po zakończeniu losowania.

Generator pomocniczy zbudowano w oparciu o układ timera 555 (US1), który może pracować przy napięciu zasilania +5 V, dostarczając tym samym przebiegów o parametrach zgodnych ze standardem TTL. Częstotliwość pracy generatora określona jest przez wartości elementów R1, R2, C1 i wynosi w tym przypadku ok. 2,6 s. Z uwagi na duża tolerancję pojemności kondensatorów elektrolitycznych częstotliwość ta może się różnić od podanej o +100 ÷ −50%.

Ujemne zbocza przebiegu wyjściowego generatora (nóżka 3 US1) wyzwalają tranzystorowy monowibrator (T1, R4, C3), generujący dodatni impuls zapisu stanu licznika głównego do zatrzasków, o czasie trwania ok. 10 $\mu$s. Z wyjścia generatora US1 sygnał doprowadzony zostaje do licznika pomocniczego US2, reagującego na zbocze ujemne przebiegu. Zlicza on kolejne losowania liczb w ramach jednego cyklu losowania. Także w tym przypadku długość cyklu zliczania jest ograniczona i zależy od ustawienia przełączników WŁ1/WŁ3, może ona wynosić 5 lub 6. Jednakże w przypadku licznika pomocniczego skrócenie cyklu zliczania zrealizowano inaczej. Zostanie to opisane dla cyklu losowania 5 liczb.

Naciśnięcie włącznika start powoduje wyzerowanie licznika pomocniczego, odblokowanie generatora i wyświetlenie pierwszej liczby zapamiętanej wcześniej. Pierwsze ujemne zbocze z wyjścia generatora pomocniczego US1 wpisuje stan 0001 do licznika. Jednocześnie to samo zbocze powoduje przepisanie zawartości licznika głównego do zatrzasków. Wyświetlona zostanie zatem druga liczba w losowaniu itd. Piąte ujemne zbocze powoduje zapisanie pierwszej liczby dla następnego losowania i wpisanie stanu 0101 do licznika pomocniczego. Sygnał z wyjścia C jest doprowadzony do jednego z wejść diodowej bramki AND (dioda D2), a sygnał z wyjścia A za pośrednictwem przełącznika WŁ1 lub WŁ2 jest doprowadzony do drugiego wejścia bramki (dioda D3).

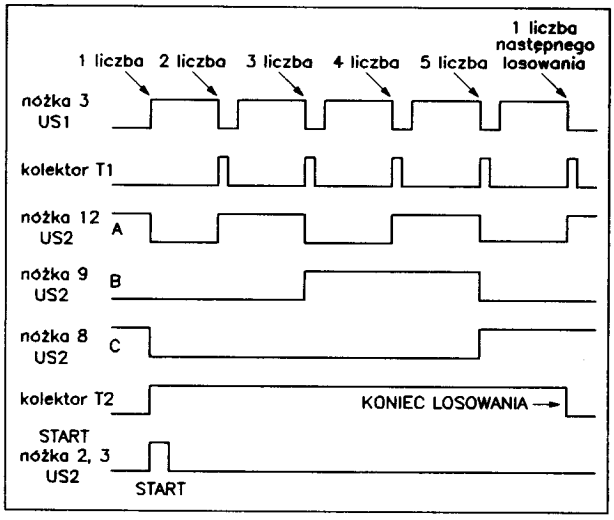



**Rys. 2 Schemat ideowy układu automatu losującego**

Pojawienie się jedynek na obu wyjściach A i C sprawia, że wyjście bramki zmienia swój stan z niskiego na wysoki, co w efekcie wysterowuje tranzystor T2, blokujący generator pomocniczy i kończący losowanie. Równocześnie wyświetlacz zostaje wygaszony.

Nowe losowanie pięciu liczb rozpoczyna się z chwilą przyciśnięcia włącznika WŁ4, który zeruje licznik pomocniczy. W przypadku losowania 6 liczb wykrywany jest stan 0110, przy którym zostaje zatrzymany generator US1.

Cały cykl losowania pięciu liczb przedstawiono w postaci harmonogramów czasowych na rys. 3.




**Rys. 3 Harmonogram przebiegów w układzie przy losowaniu 5 liczb**

W czasie gdy generator pomocniczy jest zablokowany jego wyjście znajduje się w stanie niskim, co powoduje wygaszenie wyświetlacza. Podczas pracy generatora wypełnienie przebiegu wyjściowego wynosi 0,08 tak więc wygaszenie wyświetlacza przy zmianie wyniku jest krótkotrwałe i praktycznie niezauważalne.

W generatorze szumu zastosowano spolaryzowany zaporowo tranzystor npn (T3), w którym zwarto złącze kolektor-baza. Szum wzmacniany jest we wzmacniaczu kaskadowym US9A i US9B. Pasmo przenoszenia wzmacniacza ograniczone jest od dołu przez zastosowanie małych wartości kondensatorów C13 ÷ C15. Ograniczenie pasma ma na celu wyeliminowanie zakłóceń o częstotliowści sieci 50 Hz i 100 Hz. Wzmocnienie wzmacniacza osiąga maksimum dla częstotliwości 6 kHz (ok. 72 dB), przy dalszym wzroście częstotliwości wzmocnienie zmniejsza się. Dzielnik napięciowy R9, R11 dostarcza napięć do polaryzacji wstępnej wzmacniaczy operacyjnych pracujących z pojedynczym napięciem zasilania.

Wzmacniacz US9C pracuje w układzie komparatora, sterując pracą tranzystora T4, który zapewnia konwersję poziomów napięć do standardów układów TTL. Wzmacniacz US9D nie jest wykorzystywany. Jego wejście spolaryzowano wstępnie napięciem w celu wyeliminowania oscylacji, które mogłyby zakłócać pracę generatora przebiegu losowego.

Wzmacniacze operacyjne i tranzystor T3 zasilane są stabilizowanym napięciem +15 V. Układ generatora jest może "trochę" rozbudowany, ale gwarantuje on pewną pracę i nie wymaga regulacji, ani dobierania elementów. Jest on także odporny na zakłócenia o częstotliwości sieci.

## Montaż i uruchomienie

Automat losujący zmontowano na płytce drukowanej, na której umieszczono także przełączniki WŁ1 ÷ WŁ3. Z płytki drukowanej można odciąć fragment z wyświetlaczami. Połączenia pomiędzy płytkami wykonuje się przy pomocy odcinków przewodów izolowanych. Na płytce drukowanej wykonano cztery połączenia przewodem. Dwa z nich zaznaczono na rysunku montażowym grubą linią, a pozostałe dwa oznaczono strzałkami i literami "X" i "Z". W pierwszej kolejności należy zamontować zwory, gdyż niektóre z nich znajdują się pod układami scalonymi i wyświetlaczem.

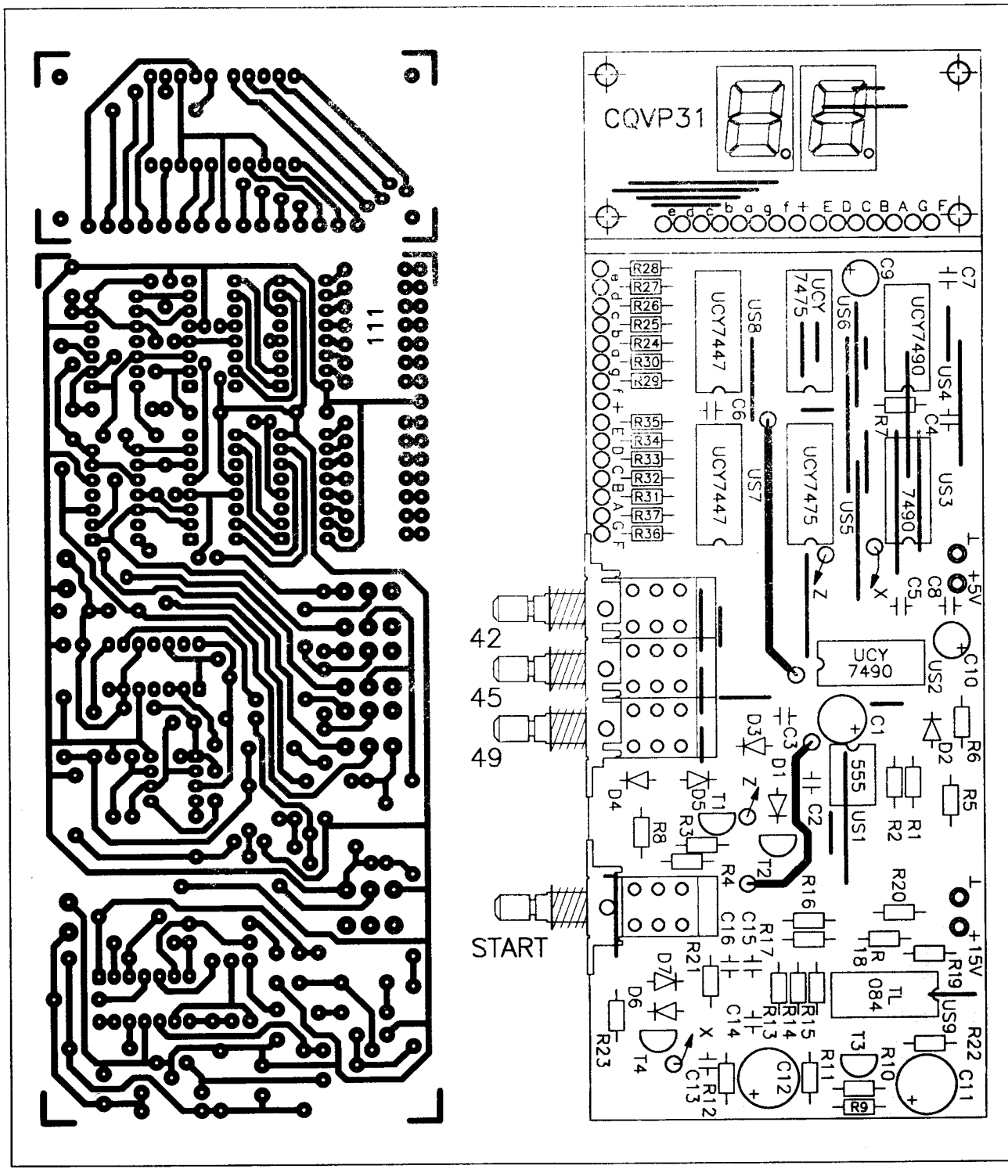
Przed montażem przełączników typu ISOSTAT wskazane jest zapoznanie się z uwagami zawartymi w artykule pt. "Analogowy pomiar częstotliwości" PE 10/93. Przełączniki WŁ1 ÷ WŁ3 są typu zależnego, tzn. naciśnięcie dowolnego z przełączników powoduje zwolnienie poprzednio wciśniętego. WŁ4 jest przełącznikiem monostabilnym, co oznacza, że po zwolnieniu nacisku wraca on do pozycji spoczynkowej. Jeżeli nie posiada się przełącznika tego typu można wykonać go z przełącznika bistabilnego, usuwając elementy blokady: nakładkę, blaszkę, oraz trzpień blokujący.

Układ zmontowany ze sprawnych elementów nie wymaga regulacji. W przypadku trudności z uruchomieniem proponuję następującą kolejność sprawdzania układu. Pracę układu generatora szumu można sprawdzić przez pomiar napięcia zmiennego na wyjściach wzmacniaczy operacyjnych i tranzystora T4. Woltomierz powinien być dołączony do punktów pomiarowych przez kondensator o pojemności ok. 1 $\mu$F. Wychylenie się wskazówki woltomierza świadczy o generowaniu przez układ sygnałów losowych.

Prawidłowość pracy generatora pomocniczego można zbadać obserwując wskazania wyświetlacza. Dla cyklu losowania 5 z 42 wynik powinien ulec zmianie pięciokrotnie, po czym wyświetlacz gaśnie. Jeżeli wynik nie zmienia się, przyczyny można poszukiwać w generatorze pomocniczym lub w układzie generacji impulsu zapisującego.

UWAGA ! Automat losujący nie posiada układu eliminującego wskazania 00, oraz układu zabezpieczającego przed dwukrotnym wyświetleniem tej samej liczby w trakcie jednego losowania. W przypadku wystąpienia jednego ze stanów losowanie należy powtórzyć. Zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń pominięto celowo mając na uwadze uproszczenie konstrukcji. Nie zmienia to faktu, że wyświetlanie liczb odbywa się w sposób czysto losowy.

Na koniec życzę wszystkim Czytelnikom, którzy zdecydują się zbudować opisane urządzenie, wygrania miliarda. Mam nadzieję, że zwycięzca odstąpi mi "drobny" procent od wygranej.




**Rys. 4 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów**

## Wykaz elementów

| | |
|---|---|
| US1 | – ULY 7855 (LM 555) |
| US2 ÷ US4 | – UCY 7490 |
| US5, US6 | – UCY 7475 |
| US7, US8 | – UCY 7447 |
| US9 | – TL 084 |
| T1 ÷ T4 | – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$ |
| D1 ÷ D3, D6, D7 | – BAVP 17 ÷ 21 (1N4148) |
| D4, D5 | – AAP 155 lub dowolna germanowa |
| R1 | – 68 kΩ/0,125 W |
| R2 | – 6,8 kΩ/0,125 W |
| R3, R5, R6, R18, R19 | – 10 kΩ/0,125 W |
| R4 | – 47 kΩ/0,125 W |
| R7 | – 330 Ω/0,125 W |
| R8, R13, R15, R16 | – 1 kΩ/0,125 W |
| R9, R11, R21 | – 33 kΩ/0,125 W |

| | |
|---|---|
| R10, R23 | – 3,3 kΩ/0,125 W |
| R12, R14, R17, R22 | – 100 kΩ/0,125 W |
| R20 | – 1 MΩ/0.125 W |
| R24 ÷ R37 | – 300 Ω/0,125 W |
| C1 | – 47 μF/16 V typ 04/U |
| C2, C4, C6 ÷ C8, | |
| C13 ÷ C15 | – 47 nF typ KFP |
| C3 | – 100 pF typ KCPf |
| C5 | – 10 nF typ KFP |
| C9, C10 | – 10 μF/16 V typ 04/U |
| C11, C12 | – 100 μF/16 V typ 04/U |
| C16 | – 56 pF typ KCPf |
| Wyświetlacz | – CQVP 31 (zamienniki patrz art. "Częstościomierz cz.5" PE 1/94) |
| WŁ1 ÷ WŁ3 | – przełączniki typu ISOSTAT zależne |
| WŁ4 | – przełącznik typu ISOSTAT monostabilny |

płytka drukowana **numer 111**

Płytka wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
Cena: 28.800 zł + koszty wysyłki.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

# Prosty tester tranzystorów

**W szufladach wszystkich elektroników hobbystów znajduje się wiele różnych tranzystorów. Od ciągłego przebierania, montowania, lutowania, mają one zamazane napisy. Ciężko więc rozpoznać czy dany tranzystor jest typu npn, czy też pnp. Pomocny w takiej sytuacji może być tester opisany w niniejszym artykule. Ponadto tester umożliwia sprawdzenie czy tranzystor jest sprawny, oraz sygnalizację rodzaju uszkodzenia.**

W numerze 8/93 Praktycznego Elektronika pojawiło się urządzenie "Uniwersalny tester tranzystorów i diod". Urządzenie jest znakomite, lecz przede wszystkim jest urządzeniem stacjonarnym. Postanowiłem więc wykonać, coś mniejszego na napięcie zasilania 4,5 ÷ 6 V i podzielić się tym rozwiązaniem z Czytelnikami.

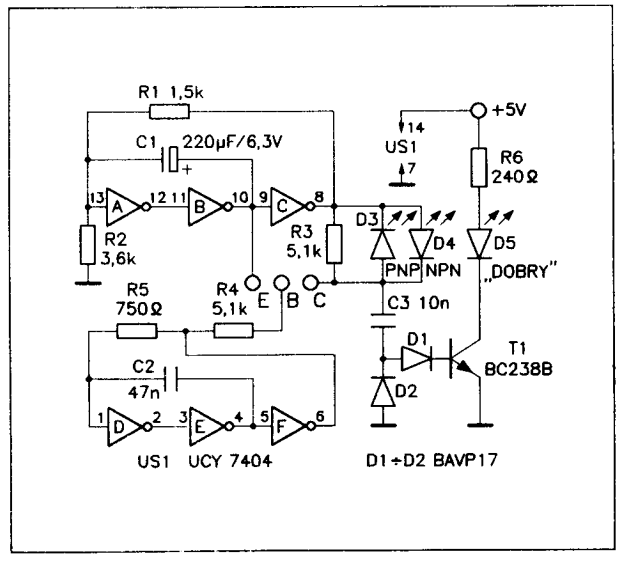
Jest to prosty przyrząd do szybkiego sprawdzenia tranzystorów, oraz określenia polaryzacji npn – pnp. Tester umożliwia kontrolę następujących cech badanego elementu:

- rodzaj polaryzacji tranzystora, sygnalizowany miganiem odpowiedniej diody LED, D4 – "NPN", D3 – "PNP",
- sprawność tranzystora, sygnalizowana miganiem diody D5 – "DOBRY",
- zwarcie złącza kolektor-emiter, sygnalizowane naprzemiennym zapalaniem się diod D3 i D4,
- rozwarcie (przerwa pomiędzy elektrodami) – żadna z diod nie świeci się,
- złącze pn (dioda), włączone w kierunku K-E miga dioda D4,
- złącze pn (dioda), Włączone w kierunku E-K miga dioda D3.

Intensywność świecenia się diody "DOBRY" w pewnym stopniu informuje o wzmocnieniu prądowym badanego tranzystora. Dla tranzystorów z grupy wzmocnienia "B", o wzmocnieniu większym od 200 dioda "DOBRY" świeci się jaśniej niż dioda "NPN" lub "PNP". Jeżeli dioda "DOBRY" świeci się bardzo słabo, to tranzystor jest uszkodzony, lub ma bardzo małe wzmocnienie prądowe, co praktycznie dyskfalifikuje go. Także w przypadku odwrotnego włożenia tranzystora (kolektor i emiter zamienione miejscami) dioda "DOBRY" będzie świeciła się bardzo słabo. Przyczyną takiego stanu jest bardzo małe wzmocnienie prądowe tranzystora dla pracy inwersyjnej (zamieniony kolektor z emiterem). Wynosi ono w takim układzie pracy ok. 5 ÷ 15.

## Opis układu

Konstrukcja testera oparta jest na cyfrowym układzie UCY 7404. Zawiera on sześć inwerterów z wyjściami przeciwsobnymi. Układ z niewielkimi dodatkami tworzy dwa astabilne multiwibratory, wytwarzające przebiegi do testowania przyłączonego do punktów E, B, K, elementu półprzewodnikowego.

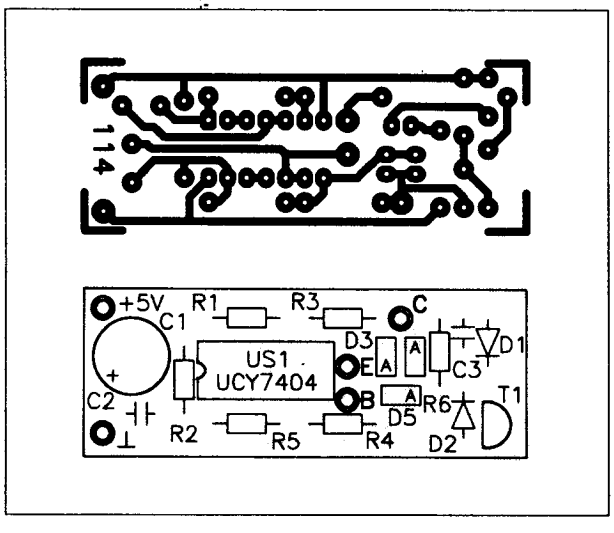



**Rys. 1 Schemat ideowy testera tranzystorów**

Częstotliwość multiwibratora dostarczającego napięcie do bazy tranzystora (negatory D, E, F) jest znacznie większa od częstotliwości drugiego multiwibratora (negatory A, B, C). Napięcia prostokątne doprowadzone do kolektora i emitera badanego tranzystora przesunięte są w fazie o 180°. Sprawia to, że w momencie kiedy na kolektorze jest napięcie dodatnie (bliskie napięciu zasilania) emiter jest na potencjale masy. W drugim półokresie przebiegu do emitera doprowadzone zostaje napięcie zasilania, a kolektor zostaje na potencjale masy.

W trakcie jednego półokresu przebiegu wyjściowego z generatora A, B, C, napięcie doprowadzone do bazy zmienia się wielokrotnie zapewniając tym samym właściwą polaryzację bazy. Polaryzowanie tranzystora napięciem rzędu 4,5 ÷ 6 V nie powoduje jego uszkodzenia przy dowolnej kombinacji napięć doprowadzonych do elektrod.

Diody D3 i D4 sygnalizują kierunek przepływu prądu w odwodzie kolektora, a tym samym pozwalają na identyfikację typu przewodnictwa badanego tranzystora. W przypadku zwarcia elektrod w tranzystorze, będą się świeciły na przemian obie diody, gdyż przepływ prądu będzie możliwy w obu kierunkach.




**Rys. 2 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów**

Napięcie zmienne występujące na kolektorze badanego tranzystora podlega wyprostowaniu przez diody D1 i D2. Wyprostwane napięcie wysterowuje tranzystor T1 zapalający diodę D5 "DOBRY". W przypadku uszkodzonego tranzystora napięcie zmienne doprowadzone do prostownika jest na tyle małe, że nie pozwala na wysterowanie tranzystora T1.

Układ może być zasilany napięciem stabilizowanym o wartościach +4,5 ÷ 6 V, lub z płaskiej baterii. W żadnym wypadku nie wolno przekraczać granicy +6 V, gdyż grozi to uszkodzeniem układu scalonego US1.

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania.

**Wykaz elementów**

| | |
|---|---|
| US1 | – UCY 7404 |
| T1 | – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$ |
| D1, D2 | – BAVP 17 ÷ 21 (1N4148) |
| D3, D4, D5 | – diody LED 2,5×5 mm kolor świecenia dowolny |
| R1 | – 1,5 kΩ/0,125 W |
| R2 | – 3,6 kΩ/0,125 W |
| R3, R4 | – 5,1 kΩ/0,125 W |
| R5 | – 750 Ω/0,125 W |
| R6 | – 240 Ω/0,125 W |
| C1 | – 220 μF/10 V typ 04/U |
| C2 | – 47 nF typ KFP |
| C3 | – 10 nF typ KFP |

płytka drukowana **numer 114**

Płytka drukowana wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
Cena: 5.000 zł + koszty wysyłki.

◇ Wojciech Janecko

# Od redakcji

Opisany w artykule układ publikowany był już wielokrotnie w różnych pismach, przez różnych autorów. Posługując się przysłowiem można powiedzieć, że: "sukces ma wielu ojców, a porażka tylko jedną matkę". Zdecydowaliśmy się na zamieszczenie tego układu, gdyż mimo upływu lat jakie minęły od chwili jego zaprojektowania jest on "doskonały", łącząc w sobie prostotę z funkcjonalnością. W redakcji posiadamy tester tranzystorów działający na tej zasadzie, choć schemat jest nieco inny, który został zbudowany ponad piętnaście lat temu.

Na zakończenie jeszcze jedna praktyczna porada. Tranzystory uszkodzone na skutek przebicia napięciowego w przeważającej liczbie przypadków mają zwarte ze sobą elektrody. Przy uszkodzeniu prądowym elektrody zostają rozwarte. Tester pozwala określić rodzaj uszkodzenia tranzystora, a na jego podstawie można wysnuć wnioski co do przyczyny uszkodzenia.

◇ Redakcja

# Elektroniczny termometr cyfrowy −50°C do +100°C

**W zimowe wieczory siedząc w ciepłym i przytulnym mieszkaniu nie zawsze zdajemy sobie sprawę jaka temperatura panuje na zewnątrz. Sprawdzenie tej temperatury wymaga podejścia do okna i odczytania wyniku na termometrze rtęciowym. Elektroniczny termometr cyfrowy przedstawiony poniżej może służyć do pomiaru temperatur dodatnich, jak i ujemnych. Uniwersalna konstrukcja pozwala na szerokie zastosowanie tego urządzenia. Jest ono bardzo przydatne zarówno w domu, jak i samochodzie.**

## Opis układu

Termometr zbudowany został w oparciu o przetwornik analogowo-cyfrowy C 520D, US3 (szerzej opisany w PE 5/92). W przedstawionym rozwiązaniu wykorzystywane są dwie cyfry przetwornika, co zapewnia odczyt temperatury z dokładnością 1°C. Multipleksowe sterowanie cyframi i zastosowanie jednego dekodera UCY 7447 (US4), pozwala na uproszczenie konstrukcji.

**Tabela 1**

| Temperatura mierzona | Wskazania miliwoltomierza C 520D | Wskazania termometru cyfrowego |
|---|---|---|
| -17,5°C | c17 lub c18 | -17 lub -18 |
| -3°C | c03 | -03 |
| 0°C | 000 | 00 |
| +6°C | 006 | 06 |
| +31,5°C | 031 lub 032 | 31 lub 32 |

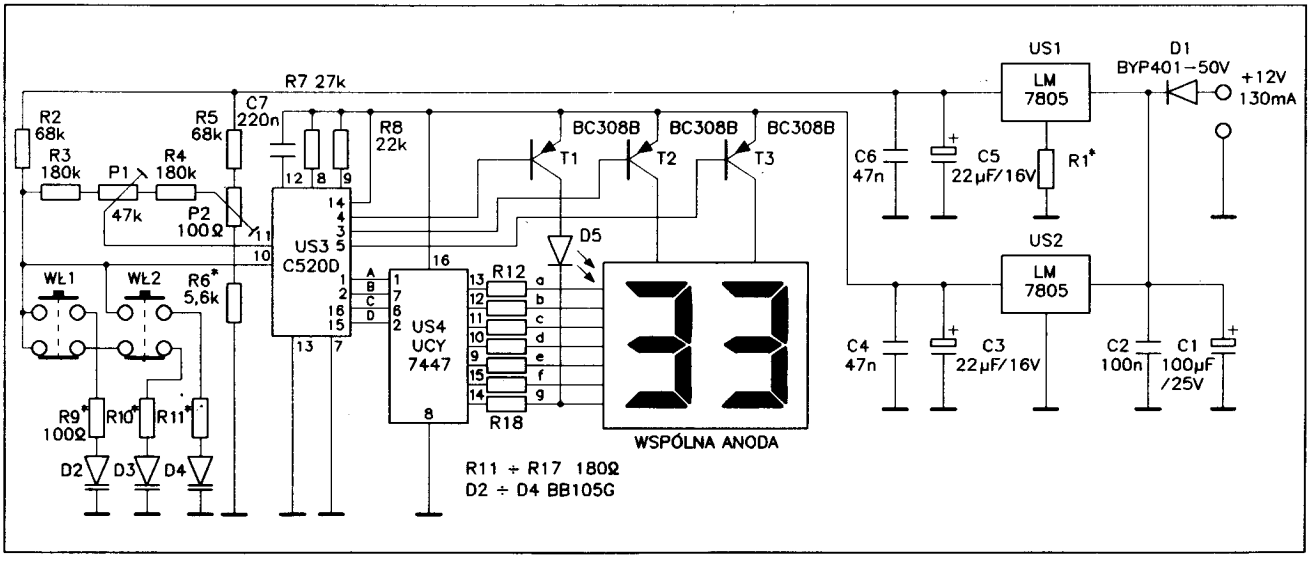
Wyświetlanie wyniku pomiaru temperatur dodatnich realizowane jest na dwóch cyfrach. W przypadku pomiaru temperatury ujemnej, znak minus wyświetlany jest za pomocą diody elektroluminescencyjnej D2. Dioda ta została zastosowana w miejsce segmentu "g" pierwszego wyświetlacza. Miliwoltomierz może mierzyć napięcia ujemne, do wartości −99 mV. Przykłady odczytu wyników pomiaru temperatur przedstawia tabela 1.

W przypadku, gdy temperatura wynosi 31,5°C, to termometr wyświetli nam wynik pośredni, tzn. 31°C lub 32°C. Wyświetlacz wskazujący cyfry 1 lub 2 może zmieniać na przemian ten wynik. Nie przeszkadza to jednak w prawidłowym odczycie wyniku pomiaru.

Czujnikiem temperatury jest dioda pojemnościowa (warikap). Zmiana napięcia na diodzie spolaryzowanej w kierunku przewodzenia wynosi ok. 2 mV/°C, i pozwala na pomiar temperatury w szerokim zakresie. Tak małe zmiany napięcia w funkcji temperatury, wymagają zastosowania odpowiedniego źródła napięcia referencyjnego. Źródłem tego napięcia jest stabilizator LM 7805 (US1). Wartość napięcia powinna wynosić 10 V. Przez rezystor R2 płynie prąd diody pojemnościowej. Wartość tego prądu wynosi ok. 130 $\mu$A i zapewnia liniową pracę termometru.

Na rysunku 1 przedstawiony został schemat ideowy termometru, przeznaczonego do pracy w samochodzie. Przystosowanie tego urządzenia do pracy w pomieszczeniu wymaga zastosowania transformatora sieciowego i prostownika w układzie Graetza.

Zastosowane mikroprzełączniki WŁ1 i WŁ2 umożliwiają podłączenie trzech czujników temperatury (D2, D3, D4). Mikroprzełączniki posiadają dwie sekcje styków, jedną załączającą, a drugą rozłączającą. Gdy oba przełączniki znajdują się w pozycji spoczynkowej informacja o temperaturze pobierana jest z diody D3. Po włączeniu WŁ1 następuje przełączenie na diodę D2, a po włączeniu WŁ2 jako czujnik zaczyna pracować dioda D4. Potencjometry P1 i P2 przeznaczone są do kalibracji termometru.




**Rys. 1 Schemat ideowy termometru**

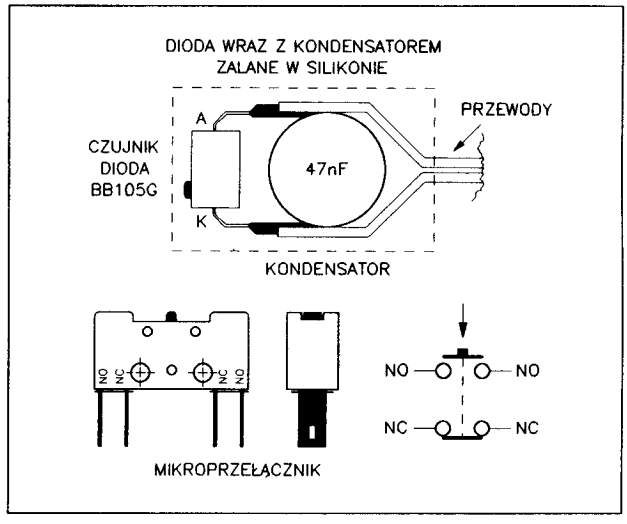
## Montaż i uruchomienie

Przed przystąpieniem do montażu należy przeciąć płytkę drukowaną wzdłuż linii przerywanej. W ten sposób otrzymamy dwie płytki, płytkę termometru wraz ze stabilizatorami i przełącznikami, oraz płytkę wyświetlacza. Obie te płytki łączymy przewodami (tasiemką) zgodnie z opisem montażowym. Wyprowadzenia anod (X, Y, Z) łączymy z punktami (X, Y, Z) na płytce termometru. Przewody łączące obie płytki lutowane są od strony druku do pól lutowniczych, ich długość zależy od wzajemnego położenia płytek.

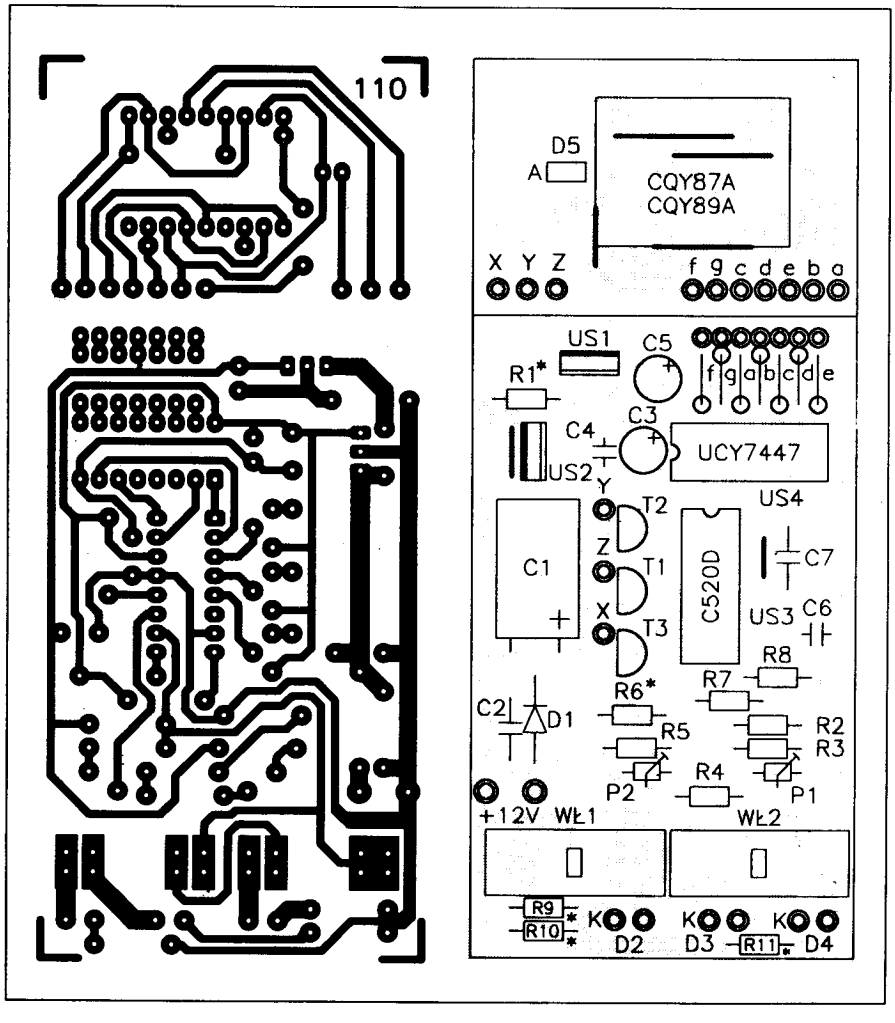
Montując płytkę wyświetlacza należy pamiętać z zamontowaniu zworek umieszczonych pod wyświetlaczem. W termometrze zastosowano podwójny wyświetlacz ze wspólną anodą. Przypominam, że zastosowany typ wyświetlacza produkowany jest w Polsce. Dioda D5 (znak minus) powinna świecić w takim samym kolorze jak wyświetlacz.

Kondensator C1 montujemy w pozycji leżącej, co umożliwi nam zmniejszenie wysokości obudowy. Z kolei rezystory R12÷R18 zamontowane są w pozycji pionowej. Przed wlutowaniem przełączników WŁ1 i WŁ2 należy rozwiercić odpowiednie otwory w płytce drukowanej, tak aby ich nóżki zmieściły się w nich.

Na czas uruchamiania rezystory R1, R6, R10, R11 zastąpione są potencjometrami montażowymi.




Rys. 2 Przykład wykonania czujnika




Rys. 3 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Chcąc zastosować czujniki w dużej odległości (kilka metrów) od termometru przed rozpoczęciem uruchamiania należy je przygotować wraz z przewodami i dodatkowymi kondensatorami ceramicznymi o pojemności 47 nF. Na rysunku 2 przedstawiono przykład wykonania czujnika. Czujnik wraz z kondensatorem ceramicznym zaizolowany jest silikonem, co eliminuje wpływ wilgotności powietrza na wskazania temperatury. Pozostałe elementy montujemy zgodnie z rysunkiem montażowym.

Po zmontowaniu obu płytek i połączeniu ich ze sobą można przystąpić do uruchamiania. Wcześniej jednak musimy poczynić pewne przygotowania, oraz zaopatrzyć się w wodę destylowaną (w ostateczności może być to zwykła przegotowana woda). Część wody wlewamy do pojemników na kostki lodu i umieszczamy je w zamrażarce. Drugą porcję wody nalewamy do szklanki i wstawiamy do lodówki.

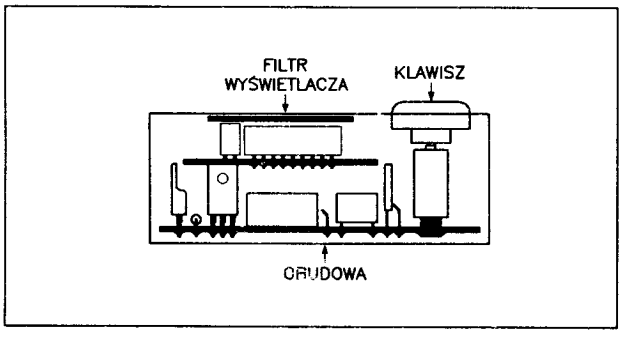
Po zamarznięciu, kostki lodu wrzucamy do szklanki ze schłodzoną wodą, dokładnie mieszamy i zostawiamy w lodówce (na dolnej półce), aż do czasu gdy przystąpimy do regulacji. Taka mieszanina wody z lodem ma temperaturę 0°C. Resztę wody nalewamy do niewielkiego garnka i gotujemy na niewielkim ogniu, gotowanie powinno przebiegać powoli, co gwarantuje utrzymanie temperatury 100°C.

Przed włączeniem zasilania suwaki potencjometrów montażowych ustawiamy w środkowym położeniu. Po włączeniu zasilania dobierając wartość rezystora R1 (ok. 1 kΩ) ustawiamy napięcie wyjściowe stabilizatora US1 na 10 V. Stabilizator US2 w trakcie pracy nieznacznie grzeje się, dlatego też można przymocować do niego niewielki radiator z blachy aluminiowej.

Diody pojemnościowe pełniące funkcję czujników nie są doskonałe, ich parametry elektryczne różnią się pomiędzy sobą. Dlatego też konieczne jest skorygowanie prądu płynącego przez wszystkie trzy diody dobierając wartości rezystorów R10 i R11 (zastępujemy je potencjometrami montażowymi 220 Ω).

Następnie wszystkie trzy czujniki zanurzamy w szklance z mieszaniną wody i lodu o temp. 0°C. Dobierając wartość rezystora R6 (potencjometr 10 kΩ) ustawiamy na wyświetlaczu wynik −01°C. Po wymontowaniu potencjometru i zmierzeniu jego rezystancji zastępujemy go rezystorem. Przylutowany rezystor powinien ostygnąć, ponieważ jego jego rezystancja zmienia się wraz z temperaturą. Po ostygnięciu rezystora potencjometrem P2 ustawiamy wskazania termometru dokładnie na 00°C. Czynności te wykonujemy dla spoczynkowej pozycji przełączników WŁ1 i WŁ2.

Po włączeniu WŁ1 dobieramy wartość rezystora R10, tak żeby wskazania termometru wynosiły 00°C. W czasie dobierania wartości rezystora włącznik WŁ1 musi być cały czas wciśnięty (można przykleić go kawałkiem taśmy klejącej), a czujniki muszą być zanurzone w wodzie z lodem. Podobnie postępujemy z rezystorem R11, przy włączonym WŁ2.




**Rys. 4 Przykład wykonania obudowy**

Po wyregulowaniu wskazań termometru dla 0°C można przystąpić do regulacji w temperaturze 100°C. Wszystkie trzy czujniki umieszczamy w gotującej się wodzie. Po odczekaniu kilku minut potencjometrem P1 ustawiamy wskazania wyświetlacza na 99°C lub 00°C. Ten drugi wynik odpowiada wartości 100, lecz pierwsza cyfra nie jest wyświetlana.

Wskazane jest powtórne sprawdzenie nastaw potencjometrów w temperaturze 0°C, lecz trzeba chwilkę poczekać, aby czujniki ostygły na powietrzu. Natychmiastowe zanurzenie gorących czujników w wodzie o temp 0°C może spowodować ich uszkodzenie, a także zwiększenie temperatury w naczyniu z lodem.

Uruchomiony i wyregulowany termometr umieszczamy w obudowie. Przykładowy wygląd obudowy przedstawiono na rysunku 4.

Elektroniczny termometr z odczytem cyfrowym umieszczony w samochodzie, może mierzyć temperaturę w trzech punktach, np.: w kabinie, silniku i nadkolach kół przednich. Ten ostatni punkt pomiarowy pozwala zorientować się w wartości temperatury przy powierzchni i ostrzec kierowcę przed możliwością wystąpienia gołoledzi. Należy jednak pamiętać, aby przewody doprowadzające sygnały od czujników były dobrane przed regulacją. Czujniki nie mogą się stykać bezpośrednio z elementami metalowymi, powinny być one zamocowane na wspornikach. Czujnik w nadkolu, trzeba osłonić przed zbyt szybkim przepływem powietrza, gdyż w przeciwnym wypadku nie będzie on pokazywał właściwej temperatury.

Zasilanie termometru w samochodzie łączy się ze stacyjką. Oznacza to iż termometr zasilany jest tylko po przekręceniu kluczyka. Nie pobiera on wtedy prądu w czasie postoju samochodu np. w nocy.

W następnym numerze PE przedstawię sposób automatycznego przełączania czujników, przydatny w warunkach domowych. Opiszę także wersję bateryjną termometru, do pomiarów w terenie.

## Wykaz elementów

| | |
|---|---|
| US1 | – LM 7805 |
| US3 | – C 520D |
| US4 | – UCY 7447 |
| T1÷T3 | – BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 200$ |
| D1 | – BYP 401-50÷1000 (1N4001÷007) |
| D2÷D4 | – BB 105G (warikap) |
| D5 | – dioda elektroluminescencyjna 2,5×5 mm, kolor świecenia taki sam jak wyświetlacza |
| R1* | – dobierany, patrz opis w tekście |
| R2, R5 | – 68 kΩ/0,125 W |
| R3, R4 | – 180 kΩ/0,125 W |
| R6* | – dobierany, patrz opis w tekście |
| R7 | – 27 kΩ/0,125 W |
| R8 | – 22 kΩ/0,125 W |
| R9 | – 100 Ω/0,125 W |
| R10*, R11* | – dobierany, patrz opis w tekście |
| R12÷R18 | – 180 Ω/0,125 W |
| P1 | – 47 kΩ typ TVP 1232 "stojący" |
| P2 | – 100 Ω typ TVP 1232 "stojący" |
| C1 | – 100 μF/25 V typ 04/U |
| C2 | – 100 nF/100 V typ MKSE-018-02 |
| C3, C5 | – 22 μF/16 V typ 04/U |
| C4, C6 | – 47 nF typ KFP |

| | |
|---|---|
| C7 | – 330 nF/100V typ MKSE-018-02 |
| WŁ1, WŁ2 | – mikroprzełączniki, patrz Rys.2 |
| wyświetlacze | – podwójne, wspólna anoda, typ CQ 3397, MAN 6710, HA 2132, CQY 87A, CQY 89A, CQY 91A, CQY 93A |

płytka drukowana **numer 110**

Płytka drukowana wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
Cena: 14.700 zł + koszty wysyłki.

◇ Ireneusz Konieczny

# Regulator świateł dziennych w samochodzie – sprostowanie

**W numerze 9/93 zamieściliśmy artykuł, w którym opisano układ pozwalający na zmniejszenie poboru energii przez żarówki świateł mijania. W artykule przedstawiono też schemat połączenia układu z instalacją elektryczną samochodu Fiat 126p. W opracowanym urządzeniu popełniony został jednak błąd, który sprawia, że w niektórych przypadkach działa ono nieprawidłowo. Poniżej zamieszczamy sprostowanie i dokładną analizę działania układu. Teraz oddajemy głos autorowi artykułu.**

Przystępując do projektowania układu regulatora świateł dziennych postawiłem sobie dwa założenia. Pierwszym z nich było ograniczenie mocy świecenia żarówek w światłach mijania, podczas jazdy w dzień z zapalonymi światłami. Drugim założeniem było wyeliminowanie z obwodu prądowego świateł mijania głównego włącznika świateł i włącznika zespolonego przy kierownicy, co pozwala zmniejszyć spadki napięcia w układzie i przedłużyć żywotność przełączników.

Niestety nie ustrzegłem się od popełnienia błędów. Układ w zasadzie działa poprawnie, ale w niektórych przypadkach pojawić się mogą problemy. Na moje ręce trafił list jednego z Czytelników, Pana Wiesława Mikulca, który przeprowadził bardzo dokładną analizę pracy układu i wytknął mi popełnione błędy. Analiza przeprowadzona jest w sposób fachowy i przejrzysty, dlatego też poniżej zamieszczam większy fragment tego listu.

"Zmontowałem układ regulatora świateł dziennych w samochodzie w/g opisu w tekście i przy próbie uruchomienia go (w samochodzie PF 126p) okazało się że:

1. Wyłącznik świateł drogowych i mijania w samochodzie jest to jeden przełącznik w kolumnie kierownicy, pracujący w ten sposób, że włączenie świateł drogowych powoduje wyłączenie świateł mijania i odwrotnie.
2. Po przełączeniu przełącznika w pozycję światła drogowe odłączamy napięcie na włókno żarówki świateł mijania – czyli po przeróbce instalacji odłączamy napięcie zasilające układ regulatora.
3. W tym czasie włókno żarówki świateł mijania (czyli dziennych w zależności od pozycji WŁ1) nie gaśnie od razu, lecz po pewnym czasie – po czasie spadku napięcia na kondensatorach C4 i C5 do poziomu powodującego wyłączenie tranzystorów mocy T2 i T3 (wg. Rys.2). Z mojej praktyki wynika, że nawet po całkowitym rozładowaniu kondensatorów żarówki nie gasną.
4. W trakcie spadania napięcia na kondensatorach, czyli na bramkach tranzystorów mocy, rezystancja tranzystorów T2 i T3 rośnie, co przy przepływie dużych prądów powoduje bardzo silne grzanie się tranzystorów prowadzące nawet do ich uszkodzenia.
5. Autor artykułu sugeruje, że: "Spadek napięcia na przewodzącym tranzystorze MOSFET jest mniejszy niż na włączonym przełączniku mechanicznym, dlatego tranzystory T2 i T3 nie wymagają stosowania radiatorów". Zgoda, ale co dzieje się gdy tranzystory nie od razu przestają przewodzić, jak w przypadku opisanym powyżej?
6. Pomijam fakt, że żarówki reflektorów: prawego i lewego, po wykonaniu dodatkowego połączenia w/g rys.5 między bezpiecznikami: 1-A i bezp. 5, 6 zasilane są przez bezp. A (8 A), co w pozycji WŁ1 – światła mijania, powoduje przepalenie bezpiecznika A (szczególnie przy zastosowaniu żarówek H-4 i włączeniu dodatkowych odbiorników prądu).
7. Moja sugestia jest taka, aby włącznik świateł mijania nie odcinał napięcia zasilania płytki regulatora, lecz napięcie na tranzystorach mocy (czyli tak jak było oryginalnie – na bezp. 5 i 6), oraz napięcie zasilające układ regulatora.

Napięcie zasilające regulator mozna podłączyć pod bezpiecznik 8, (H), na którym napięcie pojawia się po włączeniu świateł pozycyjnych i trwa niezależnie od tego jakie światła mamy włączone.

8. Moje pytanie z kolei jest takie, czy dopuszczalne są następujące warunki pracy tranzystorów mocy.

– włączanie i wyłączanie żarówek (czyli wymuszanie przepływu prądu przez tranzystory, na bramkach których już panuje napięcie sterujące – ma to miejsce przy włączeniu zasilania układu pod bezpiecznik 8(H),
– włączanie i wyłączanie żarówek jednocześnie z włączaniem napięcia na płytkę regulatora – ma to miej-

Ciąg dalszy na stronie 19

# Kondensatory produkcji Zakładów Podzespołów Radiowych MIFLEX – dane techniczne cz.1

**W wykazach elementów zamieszczanych w każdym artykule opisującym układ elektroniczny podajemy typy stosowanych podzespołów. Oznaczenia te niezrozumiałe dla większości naszych Czytelników. Chcąc rozwiać wątpliwości zdecydowaliśmy się na zamieszczenie danych katalogowych niektórych elementów produkowanych w kraju. Przegląd ten rozpoczynamy od kondensatorów polistyrenowych, bardzo często nazywanych też styrofleksowymi.**

Kondensatory polistyrenowe produkowane przez ZPR MIFLEX noszą oznaczenia literowe KSF. Po literach następuje wyróżnik cyfrowy, lub cyfrowo literowy mówiący o typie kondensatora. Produkowane są dwa typy kondensatorów przeznaczonych do zastosowań profesjonalnych, w sprzęcie łączności i pomiarowym: KSF-019, KSF-022, oraz cztery typy przeznaczone do zastosowań w sprzęcie powszechnego użytku: KSF-020, KSF-030, KSF-041, KSF-0.

Kondensatory polistyrenowe (nazwa pochodzi od zastosowanego dielektryka) charakteryzują się małym, ujemnym temperaturowym współczynnikiem pojemności, prawie liniową zależnością pojemności od temperatury. Bardzo ważną zaletą tych kondensatorów jest także mały tangens kąta stratności, oraz duża rezystancja izolacji. Mogą one być produkowane w wąskich tolerancjach (do 0,5%), dzięki dużej stałości pojemności w czasie.

Kondensatory te produkowane są w postaci zwijek folii polistyrenowej i okładzin wykonanych z folii cynowej. Krawędzie zwijki są zapiekane w procesie produkcji. Wyprowadzenia wykonane są z pocynowanego drutu miedzianego, który jest przylutowany na całej powierzchni okładzin, co zapewnia im bardzo małą indukcyjność własną (typy KSF-019, KSF-022). Jednakże indukcyjność własna nie pozwala na stosowanie tego typu kondensatorów do blokowania przebiegów w.cz. Mogą one być zamykane w obudowach z tworzywa sztucznego i uszczelniane żywicą epoksydową (typy KSF-019, KSF-022), co daje dużą odporność na wpływy warunków klimatycznych.

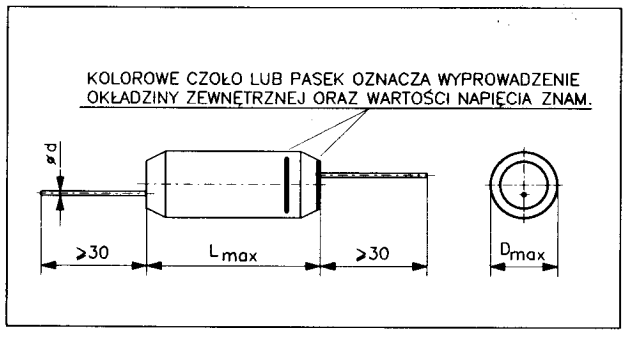
Cechą charakterystyczną folii polistyrenowej jest jej przezroczystość, po czym można odróżnić kondensatory polistyrenowe od kondensatorów poliestrowych i poliestrowych metalizowanych, w których dielektryk (tworzywo) jest matowy.

Parametry elektryczne kondensatorów polistyrenowych predysponują je do pracy w układach w.cz i p.cz odbiorników RTV zwłaszcza w obwodach filtrów, generatorach, regulatorach barwy dźwięku, korektorach ch-ki częstotliwościowej, przyrządach pomiarowych, układach całkujących.

Niektóre parametry kondensatorów np. kategoria klimatyczna oraz tangens kąta stratności wymagają bliższego wyjaśnienia.

Kategoria klimatyczna określa warunki klimatyczne, w których może pracować kondensator. Są to przede wszystkim najniższa i najwyższa temperatura pracy, oraz odporność na wilgoć. Oznaczenie kategorii klimatycznej podaje się według kodu cyfrowego, który zostanie omówiony przy innej okazji, lub w wartościach bezwzględnych, oddzielonych znakiem "/". W oznaczeniu 40/70/04, pierwsza liczba informuje o najniższej temperaturze pracy (znak minus jest pomijany), w tym przypadku −70°C. Druga liczba określa najwyższą temp. pracy 70°C. Ostatnia liczba informuje o liczbie dni w ciągu których badano odporność kondensatora na wilgoć – 4 dni.

## Kondensator polistyrenowy typu KSF-020-ZM (zminiaturyzowany)



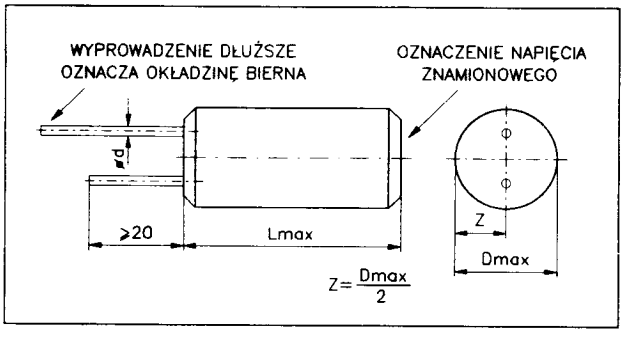

**Rys. 1 Wygląd obudowy**

| | |
|---|---|
| Kategoria klimatyczna dla: | |
| $U_n$ <160 V | 40/070/04 |
| $U_n$ ≥160 V | 40/070/04 |
| Pojemność znamionowa $C_n$ | wg tabeli i wg ciągów E6, E12, E24 |
| Tolerancja pojemności dla: | |
| $C_n \geq 470$ pF w ciągu E24 | 2% |
| $C_n \geq 100$ pF w ciągu E24 | 5% |
| $C_n \geq 33$ pF w ciągu E24 | 10% |
| $C_n \geq 10$ pF w ciągu E24 | 20% |
| Napięcie znamionowe $U_n$ | wg tabeli |
| Napięcie probiercze $U_p$ | 2 $U_n$ przez 1 min |
| Tangens kąta stratności tg$\delta$ dla: | |
| $C_n \leq 1000$ pF przy f = 1 kHz | ≤ 0,001 |
| $C_n > 1000$ pF przy f = 1 kHz | ≤ 0,0005 |
| Rezystancja izolacji $R_{iz}$ dla: | |
| $U_n$ = 25 V-, 63 V- | ≥ 50.000 MΩ |
| $U_n$ < 160 V- | ≥ 100.000 MΩ |
| Temperaturowy współczynnik pojemności TWP | $(-125 \pm 125)\cdot 10^{-6}$ 1/°C |

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 220÷430 | 25 | 9,0 | 3,5 | 0,3 |
| 470÷560 | | 9,0 | 4,0 | 0,3 |
| 620÷910 | | 9,0 | 4,5 | 0,3 |
| 1000 | | 9,0 | 4,6 | 0,3 |
| 1100÷1500 | | 9,0 | 5,5 | 0,3 |
| 1600÷2700 | | 9,0 | 6,5 | 0,3 |
| 3000÷4700 | | 11,5 | 6,5 | 0,3 |
| 5100÷6800 | | 17,0 | 6,5 | 0,4 |
| 7500÷10.000 | | 17,0 | 7,5 | 0,4 |
| 11.000÷15.000 | | 17,0 | 8,5 | 0,4 |
| 220÷430 | 63 | 9,0 | 4,5 | 0,3 |
| 470÷560 | | 9,0 | 4,5 | 0,3 |
| 620÷1000 | | 11,5 | 5,0 | 0,3 |
| 1100÷1500 | | 11,5 | 5,5 | 0,3 |
| 1600÷2200 | | 11,5 | 6,0 | 0,3 |
| 2400÷3300 | | 17,0 | 6,5 | 0,4 |
| 3600÷4300 | | 17,0 | 6,6 | 0,4 |
| 4700÷5600 | | 17,0 | 7,5 | 0,4 |
| 6200÷7500 | | 17,0 | 8,0 | 0,4 |
| 8200÷10.000 | | 17,0 | 8,5 | 0,4 |
| 68÷2400 | 160 | 9,0 | 4,0 | 0,3 |
| 270÷510 | | 9,0 | 5,0 | 0,3 |
| 620÷1000 | | 11,5 | 5,0 | 0,3 |
| 820÷1500 | | 11,5 | 6,0 | 0,3 |
| 1600÷2000 | | 11,5 | 6,5 | 0,3 |
| 2200 | | 11,5 | 7,0 | 0,3 |
| 2400÷3300 | | 17,0 | 6,5 | 0,4 |

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 3600÷4300 | 160 | 17,0 | 7,0 | 0,4 |
| 4700÷6200 | | 17,0 | 7,5 | 0,4 |
| 6800÷10.000 | | 22,0 | 7,5 | 0,5 |
| 11.000÷13.000 | | 22,0 | 8,5 | 0,5 |
| 15.000÷18.000 | | 22,0 | 9,5 | 0,5 |
| 20.000÷22.000 | | 22,0 | 10,5 | 0,5 |
| 39.000 | | 28,0 | 12,0 | 0,5 |
| 100÷200 | 400 | 11,5 | 4,5 | 0,3 |
| 220÷300 | | 11,5 | 5,0 | 0,3 |
| 330÷470 | | 11,5 | 5,5 | 0,3 |
| 510÷680 | | 14,0 | 6,0 | 0,4 |
| 750÷1300 | | 17,0 | 7,0 | 0,4 |
| 1500÷2000 | | 17,0 | 7,5 | 0,4 |
| 2200÷2700 | | 17,0 | 8,5 | 0,4 |
| 3000÷3600 | | 22,0 | 8,5 | 0,5 |
| 3900÷5600 | | 22,0 | 9,0 | 0,5 |
| 6200÷8200 | | 22,0 | 10,5 | 0,5 |
| 9100÷10.000 | | 22,0 | 12,5 | 0,5 |
| 10÷39 | 630 | 9,0 | 3,5 | 0,3 |
| 47÷68 | | 9,0 | 4,5 | 0,4 |
| 82÷150 | | 11,5 | 5,5 | 0,4 |
| 160÷270 | | 11,5 | 6,0 | 0,4 |
| 300÷430 | | 11,5 | 7,0 | 0,4 |
| 470÷750 | | 17,0 | 7,5 | 0,4 |
| 820÷910 | | 22,0 | 7,0 | 0,5 |
| 1000÷1100 | | 22,0 | 8,0 | 0,5 |
| 1200÷1500 | | 22,0 | 8,5 | 0,5 |

## Kondensator polistyrenowy typu KSF-030




**Rys. 2 Wygląd obudowy**

Kategoria klimatyczna 40/070/04
Pojemność znamionowa $C_n$ wg tabeli i wg ciągów E6, E12, E24

Tolerancja pojemności dla:
$C_n \geq 470$ pF w ciągu E24 2%
$C_n \geq 100$ pF w ciągu E24 5%
ciągu E12 10%
ciągu E6 20%
Napięcie znamionowe $U_n$ wg tabeli
Napięcie probiercze $U_p$ 2 $U_n$ przez 1 min
Tangens kąta stratności tg$\delta$ dla:
$C_n \leq 1000$ pF przy f = 1 MHz $\leq$ 0,001
$C_n > 1000$ pF przy f = 1 kHz $\leq$ 0,0005

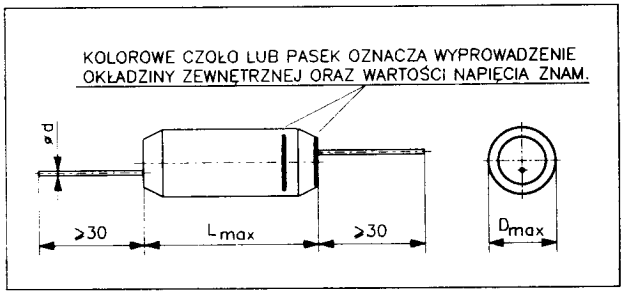
Rezystancja izolacji $R_{iz}$ dla:
$U_n$ = 63 V- $\geq$ 50.000 MΩ
$U_n \geq$ 160 V- $\geq$ 100.000 MΩ
Temperaturowy współczynnik pojemności TWP (-125±125)·$10^{-6}$ 1/°C

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 1300÷2200 | 63 | 12,0 | 5,9 | 0,4 |
| 2400÷3600 | | 12,0 | 6,8 | 0,4 |
| 3900÷4700 | | 12,0 | 7,7 | 0,4 |
| 5100÷6800 | | 17,0 | 8,2 | 0,5 |
| 7500÷10.000 | | 17,0 | 8,2 | 0,5 |
| 11.000÷15.000 | | 22,0 | 8,2 | 0,5 |
| 16.000÷27.000 | | 22,0 | 11,0 | 0,5 |

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|
| 160÷180 | 160 | 12,0 | 4,8 | 0,4 |
| 200÷270 | | 12,0 | 4,8 | 0,4 |
| 300÷390 | | 12,0 | 5,1 | 0,4 |
| 430 | | 12,0 | 5,5 | 0,4 |
| 470÷680 | | 12,0 | 5,5 | 0,4 |
| 750÷1000 | | 12,0 | 5,5 | 0,4 |
| 1100÷1200 | | 12,0 | 6,5 | 0,4 |

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] | Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1300÷2200 | | 17,0 | 7,4 | 0,4 | 300÷390 | | 12,0 | 6,0 | 0,4 |
| 2400÷3600 | | 22,0 | 7,0 | 0,5 | 430 | | 12,0 | 6,5 | 0,4 |
| 3900÷4700 | | 22,0 | 7,6 | 0,5 | 470÷680 | | 12,0 | 6,5 | 0,4 |
| 5100÷6800 | 160 | 22,0 | 9,7 | 0,5 | 750÷1000 | | 22,0 | 6,5 | 0,5 |
| 7500÷10.000 | | 22,0 | 9,7 | 0,5 | 1100÷1200 | | 22,0 | 8,7 | 0,5 |
| 11.000÷15.000 | | 33,0 | 10,0 | 0,5 | 1300÷2200 | 630 | 22,0 | 8,7 | 0,5 |
| 16.000÷27.000 | | 33,0 | 13,0 | 0,5 | 2400÷3600 | | 22,0 | 9,9 | 0,5 |
| | | | | | 3900÷4700 | | 22,0 | 10,8 | 0,5 |
| 47÷91 | | 12,0 | 4,5 | 0,4 | 5100÷6800 | | 33,0 | 12,1 | 0,5 |
| 100÷150 | | 12,0 | 4,8 | 0,4 | 7500÷10.000 | | 33,0 | 12,1 | 0,5 |
| 160÷180 | 630 | 12,0 | 5,5 | 0,4 | 11.000÷15.000 | | 33,0 | 14,3 | 0,5 |
| 200÷270 | | 12,0 | 6,0 | 0,4 | 16.000÷27.000 | | 33,0 | 17,5 | 0,5 |

## Kondensator polistyrenowy typu KSF-0




**Rys. 3 Wygląd obudowy**

Kategoria klimatyczna 40/070/04
Pojemność znamionowa $C_n$ wg tabeli i wg ciągów E6, E12, E24

Tolerancja pojemności dla:
ciągu E24 5%
ciągu E12 10%
ciągu E6 20%
Napięcie znamionowe $U_n$ wg tabeli
Napięcie probiercze $U_p$ 2 $U_n$ przez 1 min
Tangens kąta stratności tg$\delta$ dla:
$C_n \leq 1000$ pF przy f = 1 MHz $\leq$ 0,001
$C_n > 1000$ pF przy f = 1 kHz $\leq$ 0,0005

Rezystancja izolacji $R_{iz}$ $\geq$ 100.000 MΩ
Temperaturowy współczynnik pojemności TWP (-60±220)·$10^{-6}$ 1/°C

| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] | Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi$d [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 220÷270 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 150÷200 | | 11,5 | 5,5 | 0,6 |
| 300÷330 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 220÷270 | | 11,5 | 5,5 | 0,6 |
| 360÷390 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 300÷330 | | 11,5 | 5,5 | 0,6 |
| 430÷470 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 360÷390 | | 11,5 | 6,6 | 0,6 |
| 510÷560 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 430÷470 | | 11,5 | 5,8 | 0,6 |
| 620÷680 | | 11,5 | 4,5 | 0,6 | 510÷560 | | 11,5 | 6,0 | 0,6 |
| 750÷820 | | 11,5 | 4,6 | 0,6 | 620÷680 | | 11,5 | 6,2 | 0,6 |
| 910÷1000 | | 11,5 | 4,7 | 0,6 | 750÷820 | | 11,5 | 6,5 | 0,6 |
| 1100÷1200 | | 11,5 | 4,9 | 0,6 | 910÷1000 | | 11,5 | 6,8 | 0,6 |
| 1300÷1500 | | 11,5 | 5,2 | 0,6 | 1100÷1200 | | 11,5 | 6,8 | 0,6 |
| 1600÷1800 | 63 | 11,5 | 5,5 | 0,6 | 1300÷1500 | 160 | 11,5 | 6,8 | 0,6 |
| 2000÷2200 | | 11,5 | 5,8 | 0,6 | 1600÷1800 | | 11,5 | 7,4 | 0,6 |
| 2400÷2700 | | 11,5 | 6,2 | 0,6 | 2000÷2200 | | 11,5 | 7,7 | 0,6 |
| 3000÷3300 | | 11,5 | 6,7 | 0,6 | 2400÷2700 | | 11,5 | 8,4 | 0,6 |
| 3600÷3900 | | 11,5 | 7,2 | 0,6 | 3000÷3300 | | 11,5 | 9,1 | 0,6 |
| 4300÷4700 | | 11,5 | 7,7 | 0,6 | 3600÷3900 | | 22,0 | 7,2 | 0,8 |
| 5100÷5600 | | 17,0 | 6,9 | 0,6 | 4300÷4700 | | 22,0 | 7,6 | 0,8 |
| 6200÷6800 | | 17,0 | 7,3 | 0,6 | 5100÷5600 | | 22,0 | 8,3 | 0,8 |
| 7500÷8200 | | 17,0 | 7,5 | 0,6 | 6200÷6800 | | 22,0 | 9,1 | 0,8 |
| 9100÷10000 | | 17,0 | 8,0 | 0,6 | 7500÷8200 | | 22,0 | 9,6 | 0,8 |

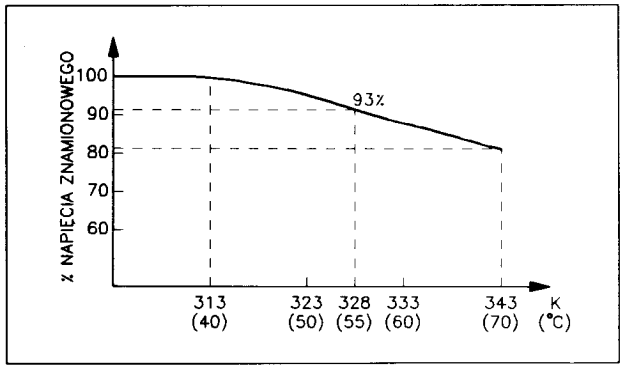
| Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi d$ [mm] | Pojemność znamionowa [pF] | Napięcie znamionowe [V-] | Wymiary $L_{max}$ [mm] | $D_{max}$ [mm] | $\phi d$ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9100÷10000 | | 22,0 | 10,1 | 0,8 | 910÷1000 | | 11,5 | 8,5 | 0,6 |
| 11.000÷12.000 | | 32,0 | 9,0 | 0,8 | 1100÷1200 | | 22,0 | 7,2 | 0,8 |
| 13.000÷15.000 | | 32,0 | 9,5 | 0,8 | 1300÷1500 | | 22,0 | 7,6 | 0,8 |
| 16.000÷18.000 | 160 | 32,0 | 10,2 | 0,8 | 1600÷1800 | | 22,0 | 8,0 | 0,8 |
| 20.000÷22.000 | | 32,0 | 11,0 | 0,8 | 2000÷2200 | | 22,0 | 8,4 | 0,8 |
| 24.000÷27.000 | | 32,0 | 13,0 | 0,8 | 2400÷2700 | | 22,0 | 8,9 | 0,8 |
| 47÷130 | | 11,5 | 5,5 | 0,6 | 3000÷3300 | | 22,0 | 9,5 | 0,8 |
| 150÷200 | | 11,5 | 5,8 | 0,6 | 3600÷3900 | 630 | 22,0 | 10,1 | 0,8 |
| 220÷270 | | 11,5 | 6,0 | 0,6 | 4300÷4700 | | 22,0 | 10,8 | 0,8 |
| 300÷330 | | 11,5 | 6,2 | 0,6 | 5100÷5600 | | 32,0 | 9,3 | 0,8 |
| 360÷390 | 630 | 11,5 | 6,4 | 0,6 | 6200÷6800 | | 32,0 | 10,0 | 0,8 |
| 430÷470 | | 11,5 | 6,6 | 0,6 | 7500÷8200 | | 32,0 | 10,7 | 0,8 |
| 510÷560 | | 11,5 | 7,0 | 0,6 | 9100÷10000 | | 32,0 | 11,5 | 0,8 |
| 620÷680 | | 11,5 | 7,4 | 0,6 | 11.000÷12.000 | | 32,0 | 12,5 | 0,8 |
| 750÷820 | | 11,5 | 7,9 | 0,6 | 13.000÷15.000 | | 32,0 | 13,5 | 0,8 |

Tangens kąta stratności charakteryzuje ilość energii traconej w 1 $cm^3$ dielektryka w ciągu 1 s. Kondensator rzeczywisty można przedstawić w postaci równolegle połączonego idealnego kondensatora i idealnego rezystora. Jeżeli do takiego układu doprowadzimy napięcie zmienne przez kondensator i rezystor popłynie prąd. Straty mocy w rezystorze będą miarą stratności dielektrycznej. Kąt $\delta$ mierzony jest pomiędzy wektorem prądu płynącego przez kondensator, a wektorem prądu płynącego przez rezystor. Przy wartości tg$\delta$ podaje się zawsze częstotliwość przy której został on zmierzony. Generalizując im tangens ˆ jest mniejszy, tym lepszy jest kondensator.

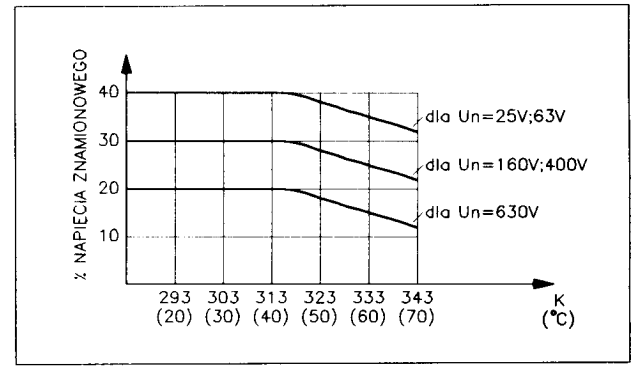
## Informacje dodatkowe

Kondensatory mogą pracować także przy napięciu przemiennym, lub zawierającym składową przemienną w przypadku spełnienia następujących warunków:

1. Suma wartości napięcia stałego i szczytowej wartości składowej przemiennej nie może przekroczyć napięcia podanego na wykresie;




2. Wartość skuteczna składowej przemiennej nie może przekroczyć wartości napięcia podanego na wykresie;




3. Jako częstotliwość graniczną należy przyjąć wartość obliczoną wg wzoru:

$$f = \frac{I_{max}\ [A]}{2\Pi \cdot C\ [F] \cdot U_{sk}\ [V]}\ [Hz]$$

Dla kondensatorów typu KSF-020-ZM wartości $I_{max}$ wynoszą:

$I_{max}$ = 0,3 A dla $L_{max}$ = 9 mm,
$I_{max}$ = 0,5 A dla $L_{max}$ = 11,5 mm,
$I_{max}$ = 0,7 A dla $L_{max}$ = 17,5 mm,
$I_{max}$ = 1,0 A dla $L_{max}$ = 22,5 mm.

Dla kondensatorów typu KSF-022 wartość $I_{max}$ wynosi 0,5 A.

**Ciąg dalszy w następnym numerze.**

sce po podłączeniu zasilania układu pod bezpiecznik 5(E) lub 6 (F).

9. W rozwiązaniu opisanym przez Autora oszczędności energii elektrycznej nie ma wcale, a wręcz pobór wzrasta, co spróbuję udowodnić:

– jedziemy (w nocy) i mamy włączone światła drogowe. Przełączamy przełącznik w kolumnie kierownicy w poz. światła mijania – światla drogowe gasną (zasada pracy przełącznika zespolonego),

– jedziemy na światłach mijania i włączamy światla drogowe. W oryginalnym rozwiązaniu światła mijania gasną, lecz w układzie po przeróbce świecą nadal (zmniejszając jasność) co powoduje w efekcie grzanie się tranzystorów, oraz wzrost prądu pobieranego przez układ.

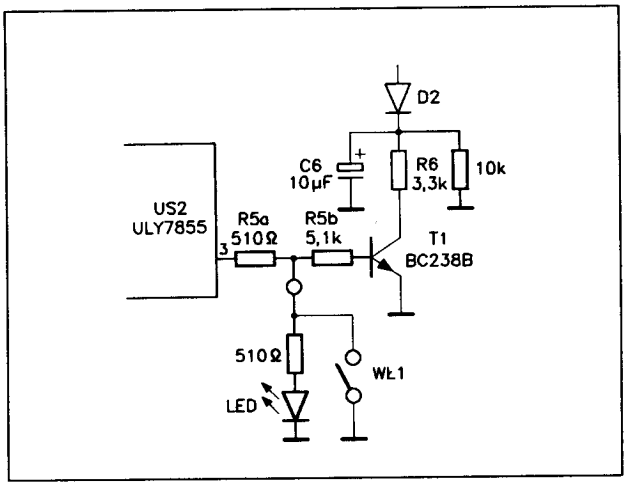
Oszczędność energi miałaby miejsce przy jeździe tylko w dzień i tylko na światłach dziennych."

Po przeczytaniu tego listu przyznałem racje jego Autorowi, ale na razie tylko teoretycznie, gdyż układ zamontowany w moim samochodzie działa prawidłowo!!!. Przeprowadziłem jednak dokładniejsze badania i okazało się, że mój błąd przy projektowaniu nie został wykryty przez nieszczęśliwy zbieg okoliczności.

Podczas pierwszych prób modelu (wykonanego w postaci "pająka" na płytce uniwersalnej) nie zaobserwowałem wolnego wyłączania się tranzystorów T2 i T3 ponieważ wyłączanie zasilania płytki i żarówki odbywało się równocześnie, gdy wyłączałem zasilacz. Po zaprojektowaniu płytki drukowanej zmontowałem prototyp, którego działanie sprawdziłem w samochodzie. Układ działał i działa do dziś poprawnie. Przyczyną prawidłowej pracy układu, jest uszkodzony kondensator C6, który charakteryzuje się dużym prądem upływu (jako C6 zastosowałem nowy, miniaturowy kondensator produkcji zagranicznej).

Mój błąd polegał na tym, że nie uwzględniłem stanu nieustalonego w momencie wyłączania zasilania układu, kiedy to tranzystor T1 przestaje przewodzić (bez względu na położenie włącznika WŁ1) i kondensator C6 nie może się rozładować. Napięcie na dobrej jakości kondensatorze, produkcji polskiej, polaryzujące bramki tranzystorów T2 i T3 może się utrzymać przez ponad 24 godziny od momentu wyłączenia zasilania. Nawet w przypadku gdy w momencie wyłączenia napięcia zasilania tranzystor T1 przewodził, co spowodowało rozładowanie kondensatora C6, po kilku milisekundach napięcie na nim z powrotem narasta do wartości wystarczającej do włączenia tranzystorów T2 i T3. Zjawisko to jest spowodowane "regeneracją" ładunków w dielektryku kondensatora i występuje wyraźnie w kondensatorach elektrolitycznych.

Mój pech polegał na tym, że zastosowany w prototypie kondensator charakteryzował się dużym prądem upływu, który rozładowywał bardzo szybko (w ciągu kilkunastu milisekund) kondensator. Jest to pierwszy przypadek, z jakim się spotkałem, kiedy niesprawny element spowodował poprawną pracę układu.




**Rys. 1 Poprawiony schemat ideowy układu regulatora świateł dziennych**

Z powyższych badań wynika bardzo proste rozwiązanie problemu, polegające na dołączeniu rezystora o wartości 10 kΩ równolegle do kondensatora C6 (Rys.1). Dodatkowo w układzie zastosowałem diodę świecącą D5, która sygnalizuje zapalenie świateł dziennych. Montuje się ją bezpośrednio w kabinie kierowcy przy włączniku WŁ1. W tym przypadku rezystor R5 zastąpiony został dwoma rezystorami R5a i R5b, a wyprowadzenie do diody i włącznika WŁ2 poprowadzono z punktu połączenia tych rezystorów.

Zmianie ulega także połączenie przy skrzynce bezpieczników. Napięcie do zapalania świateł mijania pobierane jest od storny punktu "1" bezpiecznika 1(A).

Możliwe jest także rozwiązanie sugerowane przez Czytelnika (pkt 7), ale ma ono jedną wadę. Nie eliminuje z obwodów prądowych włącznika głównego świateł i przełącznika zespolonego w układzie kierownicy.

Częsta zmiana świateł mijania na drogowe w czasie jazdy nocnej, przy dużym natężeniu ruchu może wywołać niewielkie grzanie się tranzystorów. Można temu zaradzić stosując niewielki radiator przykręcony do tranzystorów T2 i T3. Tranzystory powinny być odizolowane przekładką mikową od radiatora.

Odpowiedź na pytania zawarte w punkcie 8 listu jest pozytywna, tzn. można stosować takie rodzaje pracy tranzystorć v MOSFET.

Za wszystkie błędy powstałe z mojej winy przepraszam Czytelników Praktycznego Elektronika.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

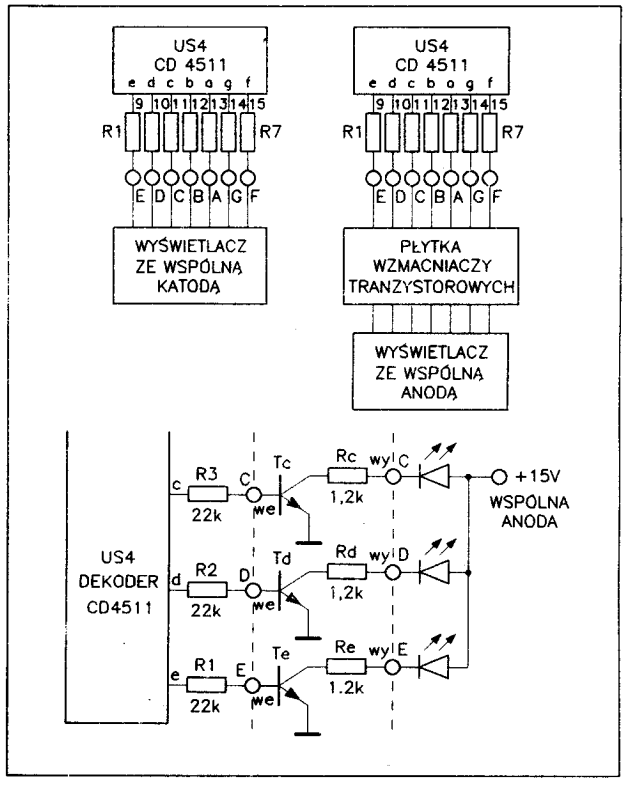
# Częstościomierz cz. 5

Przystępując do projektowania częstościomierza nie przypuszczałem, że urządzenie to spotka się z tak dużym zainteresowaniem Czytelników. Do redakcji napływa wiele listów z uwagami i propozycjami. Najczęściej powtarzającym się tematem są problemy z kupnem odpowiednich wyświetlaczy ze wspólną katodą. Przyczyną tego stanu rzeczy jest najprawdopodobniej duża popularność układów TTL, w których dekoder UCY 7447 steruje pracą wyświetlaczy ze wspólną anodą. Wszystko to sprawia, że handlowcy sprowadzają przede wszystkim wyświetlacze o wspólnej anodzie.

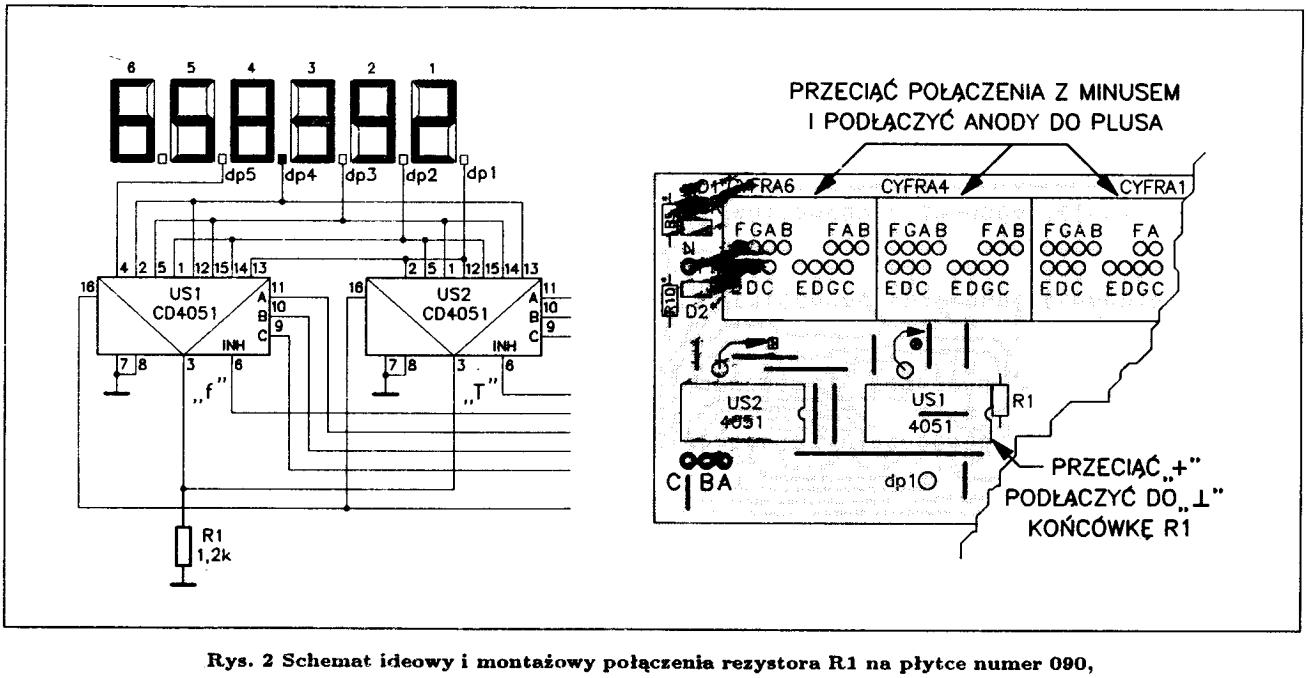
W rodzinie układów CMOS układy sterujące przystosowane są najczęściej do sterowania wyświetlaczami o wspólnej katodzie. Postanowiłem zatem rozwiązać ten problem i zaprojektować prosty układ sterowania wyświetlaczami. Przy okazji powstała nowa płytka drukowana pozwalająca na zamontowanie innego typu wyświetlaczy. Przyjęte rozwiązanie daje możliwość zastosowania czterech różnych wariantów budowy pola odczytowego, o czym za chwilę.

### Zmiany w układzie przy zastosowaniu wyświetlaczy ze wspólną anodą.

Zastosowanie wyświetlaczy ze wspólną anodą wymaga wykonania dodatkowych inwerterów, włączonych pomiędzy dekodery CD 4511, a wyświetlacze. Schemat inwerterów i ich podłączenia do układu przedstawiono na rys.1. Inwertery zostały zamontowane na wąskiej płytce drukowanej numer 118. Wartości rezystorów R1÷R42 umieszczonych na płytce liczników numer 089 ulegają zmianie na 22 kΩ/0,125 W.




**Rys. 1 Schemat blokowy i ideowy układu wyświetlania wyniku pomiaru**




**Rys. 2 Schemat ideowy i montażowy połączenia rezystora R1 na płytce numer 090, wraz z zaznaczeniem miejsc przecięcia ścieżek dla wyświetlacza ze wspólną anodą**

Wyświetlacze ze wspólną anodą wymagają także odmiennego sterowania przecinkiem. W tym przypadku zmiana polega na połączeniu dolnego końca rezystora R1, umieszczonego na płytce wyświetlaczy numer 090 z masą (Rys.2). Oprócz tego na płytce 090 trzeba przeciąć trzy ścieżki doprowadzające masę do wyświetlaczy. W miejsce masy do wyświetlaczy doprowadza się plus zasilania.

Powyższe zmiany dają możliwość wykorzystania w układzie częstościomierza wyświetlaczy podwójnych ze wspólną katodą (układ bez zmian) lub ze wspólną anodą przy zastosowaniu dodatkowej płytki drukowanej inwerterów (nr 118).

Poniżej zamieszczamy tabele wszystkich znanych nam typów wyświetlaczy, które można zastosować w częstościomierzu.

**Tabela 1**

Wyświetlacze pojedyncze, wysokość cyfry 13,0÷14,5 mm

| Typ wyświetlacza ze wspólną anodą | Typ wyświetlacza ze wspólną katodą | Kolor świecenia |
|---|---|---|
| BS-A 512 RD | BS-C 512 RD | zielony |
| BS-A 515 RD | BS-C 515 RD | czerwony |
| CQVP 31 | CQVP 32 | czerwony |
| CQVP 35 | CQVP 36 | zielony |
| CQVP 39 | CQVP 40 | żółty |
| D 350 PA | D 350 PK | czerwony |
| HD 1131 | HD 1133 | czerwony |
| SA 52-11 HWA | SC 52-11 HWA | czerwony |
| SA 52-11 EWA | SC 52-11 EWA | s.czerwony |
| SA 52-11 GWA | SC 52-11 GWA | zielony |
| SA 52-11 YWA | SC 52-11 YWA | żółty |
| SA 52-16 HWA | SC 52-16 HWA | czerwony |
| SA 52-16 EWA | SC 52-16 EWA | s.czerwony |
| SA 52-16 GWA | SC 52-16 GWA | zielony |
| SA 52-16 YWA | SC 52-16 YWA | żółty |
| SL 1119 | SL 1110 | czerwony |
| TDSR 5150 | TDSR 5160 | czerwony |
| TLR 369 | – | czerwony |
| TOS 5161 BG | – | zielony |
| TOS 5161 BR | – | czerwony |
| – | DL 500K | czerwony |
| – | TL 702 | czerwony |

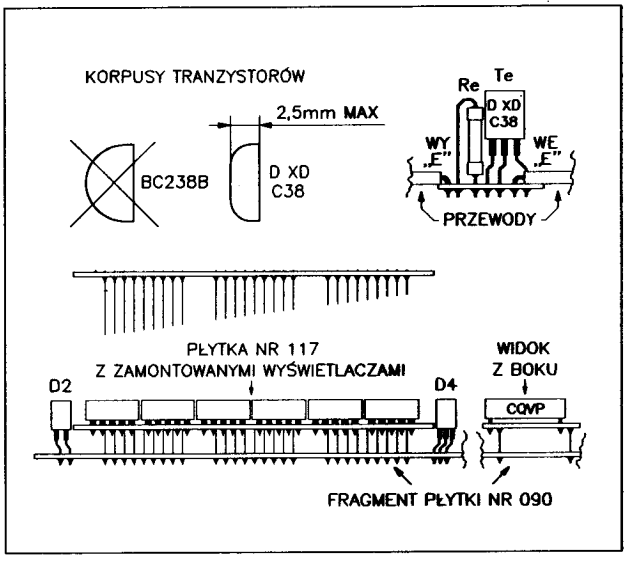
W sklepach spotyka się znacznie więcej różnych typów wyświetlaczy niż podaliśmy to w tabeli 1. Ponieważ połączenia pomiędzy dekoderami, a wyświetlaczami poprowadzone są przy pomocy przewodów można także zastosować dowolny wyświetlacz, którego nóżki będą pasowały w otwory w płytce 090 lub 117. Należy tylko sprawdzić rozkład wyprowadzeń poszczególnych segmentów, oraz elektrody wspólnej i odpowiednio połączyć przewody.

**Tabela 2.**

Wyświetlacze podwójne wysokość cyfry 13,0÷14,5 mm

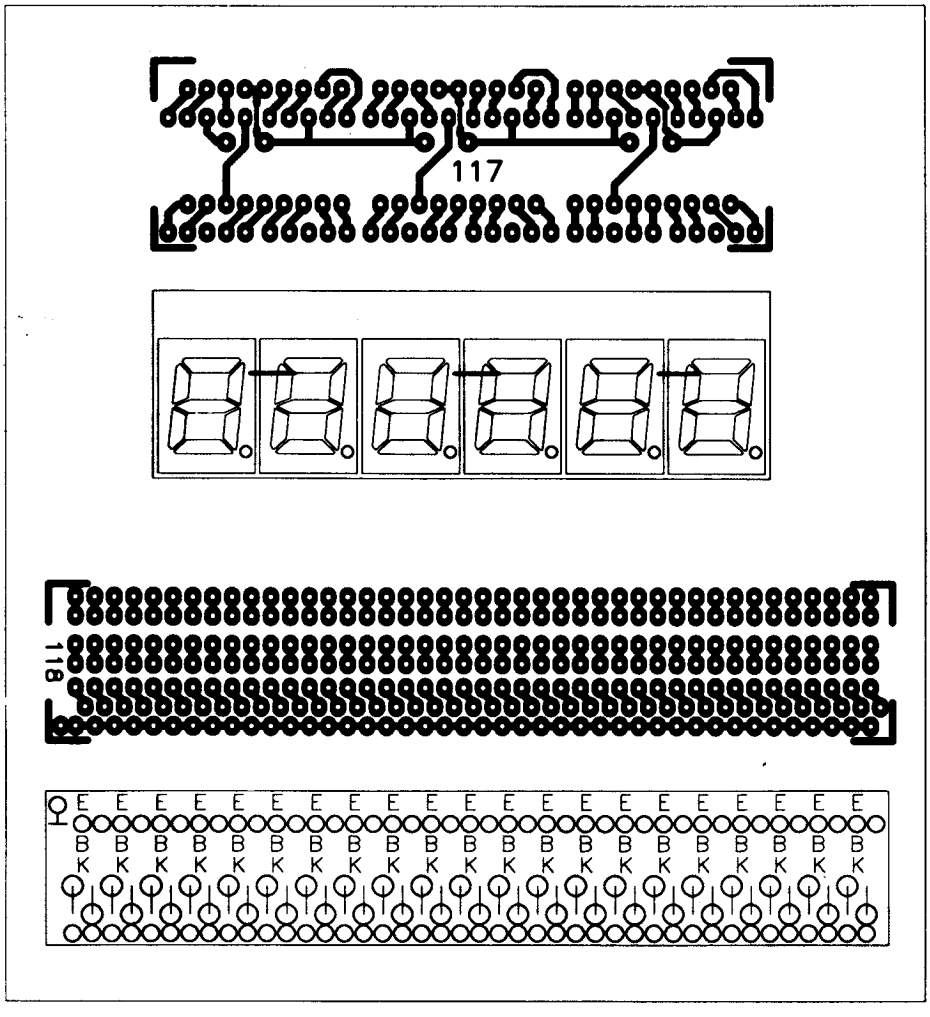
| Typ wyświetlacza ze wspólną anodą | Typ wyświetlacza ze wspólną katodą | Kolor świecenia |
|---|---|---|
| BD-A 512 RD | BD-C 512 RD | czerwony |
| BD-A 515 RD | BD-C 515 RD | zielony |
| CQ 3397 | – | ? |
| CQY 87A | CQY 88K | ? |
| CQY 89A | CQY 90K | ? |
| CQY 91A | CQY 92K | ? |
| CQY 93A | – | ? |
| HA 2132 | – | ? |
| MAN 6710 | – | ? |
| TOD 5261 BG | TOD 5261 AG | zielony |
| TOD 5261 BR | TOD 5261 AR | czerwony |

Oprócz inwerterów zaprojektowana została nowa płytka wyświetlaczy numer 117. Można na niej zamontować pojedyncze wyświetlacze ze wspólną anodą lub katodą, pamiętając, że wyświetlacze ze wspólną anodą wymagają stosowania tranzystorowych inwerterów. Mozaika płytki numer 117 została zaprojektowana w taki sposób, aby po wlutowaniu w nią wyświetlaczy, cały blok można było umieścić na płytce numer 090 (Rys.3). Połączenia płytek zostały wykonane z odcinków drutu $\phi$ 0,5÷0,6 mm, które są wlutowane z jednej strony w płytkę 117, a z drugiej w otwory pod wyświetlacze na płytce 090.




**Rys. 3 Połączenie płytki 117 z płytką 090**

Chcąc wykonać to połączenie w pierwszej kolejności należy wlutować odcinki drutu o długości ok. 5 cm w płytkę 117. Następnie końce obcina się na ukos (Rys.3). Ukształtowane w ten sposób końcówki można teraz kolejno wkładać w otwory w płytce 090. Po włożeniu wszystkich drutów można rozpocząć lutowanie. Bez stosowania tego tricku włożenie 54 przewodów jest praktycznie niemożliwe.




**Rys. 4 Schematy płytek drukowanych i rozmieszczenie elementów**

Pojedyncze wyświetlacze zamontowane na płytce 117 zajmują więcej miejsca (są szersze).

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytka **numer 117** – 5.100 zł
płytka **numer 118** – 5.800 zł + koszty wysyłki.

Wymusza to odpowiednie ukształtowanie wyprowadzeń diod świecących D1÷D4 znajdujących się na płytce 090 (Rys.3). Ponadto górna płaszczyzna wyświetlaczy umieszczona jest wyżej, dlatego też wszystkie diody świecące, oraz przełączniki WŁ1, WŁ2, HOLD, f/T, RESET powinny zostać zamocowane na odpowiedniej wysokości.

Na płytce inwerterów rezystory (wszystkie o wartościach 1,2 kΩ/0,125 W) zamontowano w pozycji pionowej. Korpusy rezystorów montowane są na przemian, tak jak pokazano to na rysunku montażowym (Rys.4). Nóżki tranzystorów (emiter, baza, kolektor) umieszczone są w jednej lini, a nie jak zazwyczaj "w trójkąt". Przy zakupie tranzystorów należy zwrócić uwagę na ich obudowy. Powinny być one płaskie (max. 2,5 mm), gdyż "grubsze" nie zmieszczą się obok siebie. Połączenia inwerterów z płytkami 090 i 089 wykonano odcinkami przewodów izolowanych.

inż. Dariusz Cichoński

# Strojenie odbiorników radiowych cz. 2

## Strojenie wzmacniacza częstotliwości pośredniej

Wzmacniacz częstotliwości pośredniej decyduje o wypadkowym wzmocnieniu toru w.cz.-p.cz. (od anteny do demodulatora), oraz określa parametry selektywnościowe odbiornika dla małych odstrojeń. Wzmocnieniem napięciowym wzmacniacza nazywamy stosunek napięcia wyjściowego do wejściowego. Wyrażane jest ono w [V/V], lub w decybelach [dB]. Odpowiednie nieskomplikowane zależności przedstawiają wzory 1 i 2.

Wzór 1 $k_u = U_2/U_1$ [V/V]

gdzie: $U_1$ – napięcie wejściowe,
$U_2$ – napięcie wyjściowe.

Wzór 2 $k_u = 20\log(U_2/U_1)$ [dB]

gdzie: log – logarytm dziesiętny

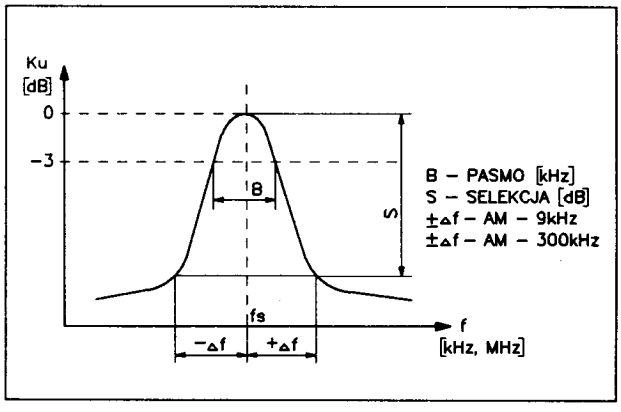
Wzmocnienia kolejnych stopni wyrażone w [V/V] należy pomnożyć przez siebie, aby uzyskać wzmocnienie wypadkowe. Wzmocniena kolejnych stopni wyrażone w [dB] sumuje się dla uzyskania wzmocnienia wypadkowego. Przykładowo, wzmocnienie toru w.cz-p.cz będzie iloczynem wzmocnień wzmacniacza w.cz, mieszacza (stopnia przemiany) i wzmacniacza p.cz., jeśli będą one wyrażone w [V/V], lub sumą tych wzmocnień jeśli będą wyrażone w [dB]. Często spotyka się też określenie wzmocnienia mocy. Jest to stosunek mocy na wyjściu wzmacniacza do mocy wejściowej. Może ono być wyrażone w [W/W], lub również w [dB]. Zależności przedstawiają wzory 3 i 4.

Wzór 3 $k_p = P_2/P_1$ [W/W]

gdzie: $P_1$ – moc wejściowa,
$P_2$ – moc wyjściowa.

Wzór 4 $k_p = 10\log(P_2/P_1)$ [dB]

Do parametrów selektywnościowych przy małych odstrojeniach zalicza się selektancję i pasmo. Selektancja jest określana jako tłumienie częstotliwości środkowej sąsiedniego kanału (sąsiedniej stacji). Pasmem nazywa się zakres częstotliwości, przy których wzmocnienie toru (wzmacniacza) spada o 3 dB. Ilustację tych pojęć przedstawiono na rys. 1.

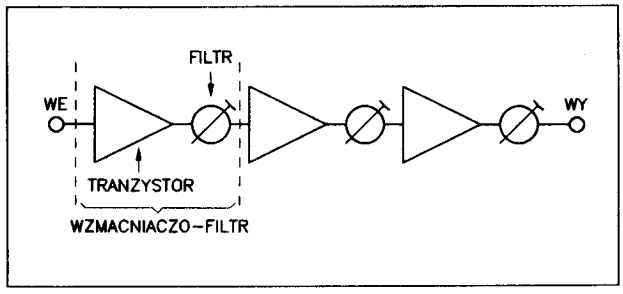



**Rys. 1 Selektancja i pasmo odbiornika radiowego**

Po tej dygresji dotyczącej przypomnienia określeń wzmocnienia napięciowego, wzmocnienia mocy, selektancji i pasma zapoznajmy się z budową typowych wzmacniaczy p.cz. Najczęściej realizowane są one w/g dwóch koncepcji:

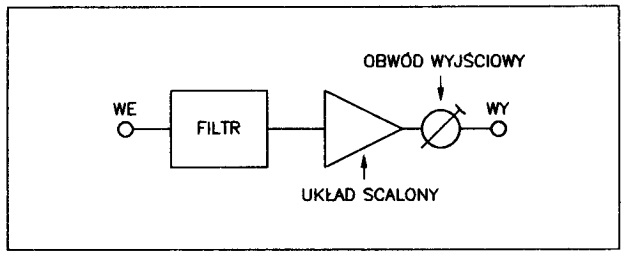
- wzmacniacze o rozłożonej selektywności,
- wzmacniacze o skupionej selektywności.

Wzmacniacze o rozłożonej selektywności składają się z kilku tzw. wzmacniaczo–filtrów czyli kolejnych stopni, z których każdy zawiera element czynny (tranzystor) i filtr LC (pojedynczy obwód rezonansowy, obwody sprzężone) lub filtr ceramiczny. Budowę takiego wzmacniacza przedstawiono na rys.2.




**Rys. 2 Wzmacniacz p.cz. o rozłożonej selektywności**

Wzmacniacze o skupionej selektywności realizowane są zazwyczaj z wykorzystaniem układów scalonych. Układ scalony realizuje wzmocnienie wzmacniacza, a właściwości selektywne (filtrację) zapewnia rozbudowany filtr, zawierający elementy LC i rezonatory ceramiczne. Budowę tej wersji przedstawiono na rys 3.




**Rys. 3 Wzmacniacz p.cz. o skupionej selektywności**

Dokładny opis strojenia wzmacniacza p.cz. odbiornika radiowego zawarty jest w fabrycznej instrukcji serwisowej dostarczanej do autoryzowanych punktów serwisowych. Nasz artykuł będzie zawierał ogólne zasady i wskazówki dotyczące strojenia w sytuacji braku instrukcji serwisowej.

## Przygotowanie stanowiska do strojenia

Przyrządem najbardziej odpowiednim do strojenia wzmacniaczy p.cz. jest wobuloskop. Powinien być wyposażony w kabel podawczy (najczęściej koncentryczny) służący do podawania sygnału, oraz kabel zbiorczy służący do odbierania sygnału. Kabel podawczy będzie przekazywał do strojonego wzmacniacza sygnał wielkiej, a dokładnie pośredniej częstotliwości i powinien posiadać odpowiednią do wyjścia wobuloskopu impedancję falową (najczęściej 75 Ω). Kabel zbiorczy będzie przekazywał sygnał małej częstotliwości, uzyskany na wyjściu demodulatora odbiornika, lub w tzw. sondzie detekcyjnej i nie musi spełniać specjalnych wymagań. Sonda detekcyjna – to demodulator pomiarowy umożliwiający obserwację charakterystyk obwodów wielkiej, czy pośredniej częstotliwości. (Schemat takiej sondy był zamieszczony w artykule pt. "Radiotelefon na pasmo 27 MHz" PE 9/93 – przyp. red.).

Generalną zasadą podczas strojenia jest minimalizowanie szkodliwego wpływu rozstrajającego kabli, wobuloskopu itp. na strojone obwody. Dlatego sygnał

p.cz. należy podawać przez jak najmniejsze pojemności łączone na zakończeniu kabla podawczego. Kabel zbiorczy powinien być podłączony do demodulatora za pośrednictwem rezystora o wartości 47–100 kΩ. Na kształt obserwowanej na ekranie wskaźnika wobuloskopu charakterystyki wzmacniacza wpływa częstotliwość wobulacji, czyli zmian częstotliwości sygnału p.cz. Jeśli jest to możliwe należy ustawiać jak najmniejszą. Osobny rozdział stanowią wkrętaki służące do pokręcania rdzeniami strojonych obwodów. Powinny być wykonane z materiałów niemagnetycznych (mosiądz, tworzywa sztuczne) a kształt ich zakończeń dostosowany do kształtu otworów rdzeni. Są już dostępne w handlu komplety takich wkrętaków wykonanych z tworzywa sztucznego.

## Przygotowanie odbiornika do strojenia

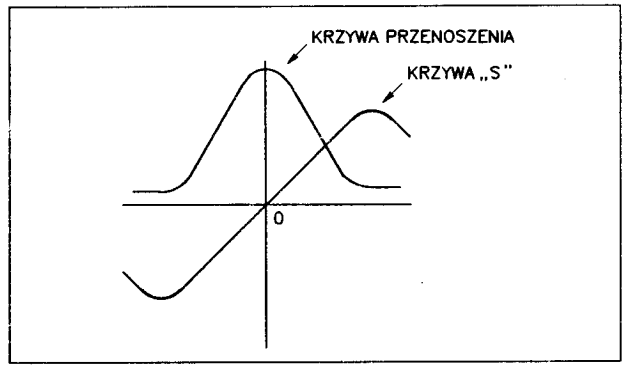
Niezbędne będzie najczęściej dostanie się do wnętrza odbiornika. Musimy w tym momencie zwrócić szczególną uwagę na zachowanie warunków bezpieczeństwa. Trzeba zwrócić uwagę na obwody podłączone do sieci energetycznej. Ideałem, co zresztą zalecają fabryczne instrukcje serwisowe jest podłączenie odbiornika do sieci za pośrednictwem transformatora oddzielającego. Po dostaniu sie do wnętrza odbiornika należy zapoznać się z rozmieszczeniem i rolą poszczególnych podzespołów. Należy zlokalizować wzmacniacz p.cz., jego wejście, kolejne filtry i stopnie, oraz wyjście demodulatora. Bardzo pomocne przy tym jest posiadanie schematu odbiornika.

## Podłączenie sygnału i strojenie

Kabel zbiorczy podłączamy do wyjścia demodulatora. Jeśli mamy trudności z jego lokalizacją to może to być potencjometr siły głosu lub w ostateczności wyjście wzmacniacza m.cz. Kabel podawczy łączymy do wejścia stopnia na którego wyjściu znajduje się filtr (obwód rezonansowy) demodulatora (detektora). Zasadą jest strojenie wzmacniacza od końca tzn. od wyjścia do wejścia. Ustawiamy częstotliwość i zakres jej zmian na wobuloskopie, oraz regulujemy napięcie wyjściowe i czułość wejścia wobuloskopu. Strojenie należy przeprowadzać przy jak najmniejszym poziomie napięcia wyjściowego z wobuloskopu i odpowiednio dużej czułości wejścia wskaźnika wobuloskopu.

Pokręcając rdzeniem cewki obwodu strojonego uzyskać na ekranie wskaźnika maksymalną wysokość krzywej zwracając uwagę na odpowiednią szerokość pasma. Przekładamy kabel podawczy na wejście poprzedniego stopnia wzmacniacza i stroimy jego obwód wyjściowy. Operację kończymy podając sygnał na wejście mieszacza. W celu uniknięcia zakłóceń korzystnym jest zablokowanie heterodyny np. przez podłączenie równolegle do jej obwodu rezonansowego kondensatora o odpowiednio dużej pojemności. Wszyscy Czytelnicy zauważyli już, że opisany sposób strojenia dotyczy wzmacniacza p.cz. o rozłożonej selektywności bez filtrów ceramicznych. Szczególną uwagę należy zwrócić na dokładne ustalenie środkowej częstotliwości wobuloskopu – powinna ona być równa częstotliwości pośredniej przewidzianej dla strojonego wzmacniacza.

Nowoczesne odbiorniki radiowe wyposażane są we wzmacniacze p.cz. o skupionej selektywności, w których filtrach są stosowane filtry ceramiczne. Filtry ceramiczne produkowane są na określone częstotliwości, jednak producenci dopuszczają pewną ich tolerancję tzn. odchyłki od częstotliwości znamionowej. Z tego względu wzmacniacz p.cz. wyposażony w filtr ceramiczny musi być strojony na faktyczną częstotliwość środkową filtru. W tym przypadku kabel zbiorczy podłączamy również na wyjście demodulatora. Kabel podawczy musimy podłączyć na wejście stopnia poprzedzającego filtr ceramiczny. Najczęściej będzie to wejście mieszacza. Stroimy obwody wzmacniacza na maksymalną wysokość krzywej zachowując odpowiednią szerokość pasma. Przy strojeniu wzmacniacza p.cz. odbiornika sygnałów z modulacją częstotliwości na wyjściu demodulatora uzyskujemy t.zw. krzywą "S" przedstawiajającą w zasadzie charakterystykę demodulatora. Niezbędne jest jej zgranie z krzywą przenoszenia wzmacniacza p.cz. Krzywą przenoszenia uzyskamy stosując sondę detekcyjną. Właściwe zgranie obu krzywych przedstawia rys.4.




**Rys. 4 Krzywa "S" i krzywa przenoszenia wzmacniacza p.cz. FM**

Sondę detekcyjną należy podłączyć do wejścia stopnia wzmacniacza na którego wyjściu znajduje się demodulator, inaczej na wejście t.zw. ogranicznika niezbędnego we wzmacniaczu p.cz. FM. W nowoczesnych odbiornikach będzie to wejście układu scalonego wzmacniacza częstotliwości pośredniej. Kabel podawczy powinien wówczas być podłączony do wejścia stopnia przemiany w t.zw. głowicy FM. Krzywą przenoszenia wzmacniacza stroi się na maksimum, a krzywą "S" na maksymalną wysokość wierzchołków i prostoliniowość odcinka środkowego. Środek prostoliniowego odcinka tzw. zero powinno pokrywać się z wierzchołkiem krzywej przenoszenia.

**Ciąg dalszy w następnym numerze**

# Pomiar charakterystyki częstotliwościowej.

**Przy konstruowaniu różnych urządzeń często zachodzi potrzeba zbadania przebiegu charakterystyki częstotliwościowej. Wykonanie odpowiednich pomiarów nie sprawia wielu problemów, wymaga tylko posiadania przestrajanego generatora sygnałowego, oraz woltomierza napięć zmiennych. Jednakże większość graficznych zobrazowań charakterystyk przedstawiana jest w logarytmicznym układzie współrzędnych, i tutaj zaczynają się "schody", które są nie do pokonania przez wielu Czytelników. Artykuł ma na celu zapoznanie z bardzo prostym w sumie pomiarem i wykreśleniem charakterystyk.**

Logarytm jest jak powszechnie wiadomo zwierzem wyjątkowo niebezpiecznym, które gryzie i kopie, mogąc przyprawić człowieka o trwałe kalectwo. Zwierze to zalicza się do gatunku matematykowatych i występuje w dwóch odmianach: dziesiętnej i naturalnej. Druga odmiana jest bardziej niebezpieczna, gdyż ma podstawę niewymierną, nieskończoną i nieobliczalną w skutkach swego działania. Mając na względzie zdrowie zacnych Czytelników postaram się obłaskawić odmianę dziesiętną, mniej groźną. Choć nie jednemu skóra na karku cierpnie, chcąc zostać elektronikiem musi prędzej czy później doznać "rozkoszy" kontaktu z logarytmem. Obłaskawienie tego zwierza prędzej czy później wyda słodkie owoce. Ale dość tych żartów, przystępujmy do dzieła.

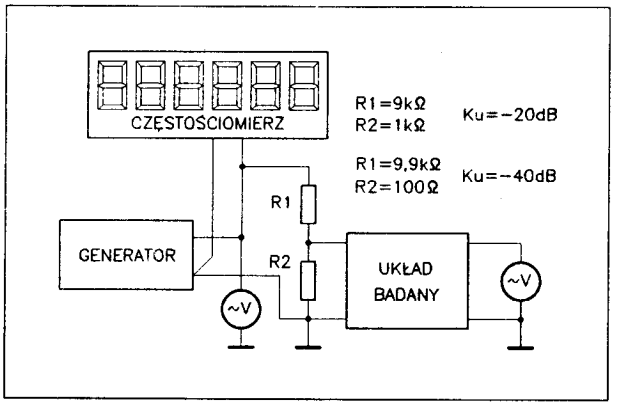
Obłaskawienie logarytmów zamieszczono w Praktycznym Elektroniku 3/92, do którego odsyłam Czytelników. Teraz przedstawię praktyczne zastosowanie zdobytej wiedzy przy wykreślaniu charakterystyk częstotliwościowych.

Charakterystyka częstotliwościowa układu jest to zależność jego wzmocnienia napięciowego od częstotliwości. Charakterystykę częstotliwościową można przedstawić w wartościach wzmocnienia bezwzględnego (określającego wzmocnienie całkowite układu), lub w postaci wzmocnienia względnego stanowiącego różnicę wzmocnienia przy danej częstotliwości sygnału pomiarowego, i wzmocnienia przy częstotliwości odniesienia. Dla urządzeń akustycznych najczęściej jako częstotliwość odniesienia stosuje się 1 kHz.

Zależności te przedstawia się w formie wykresu (zmieszczonego na sąsiedniej stronie). Na osi rzędnych (pionowej) odłożone są zmierzone wartości wzmocnienia wyrażone w dB, a na osi odciętych (poziomej) częstotliwości. Podziałka częstotliwości ma charakter logarytmiczny, pozwalając tym samym na objęcie szerokiego zakresu częstotliwości. Zamieszczony wykres obejmuje cztery dekady częstotliwości od 10 Hz do 100 kHz. Oczywiście wykres można wykorzystać w innym zakresie częstotliwości np. od 10 kHz 10 MHz, zmieniając odpowiednio oznaczenia. Charakterystykę częstotliwościową można wyznaczyć punktowo, przez pomiar dla różnych częstotliwości, lub w sposób ciągły za pomocą metody wobuloskopowej.

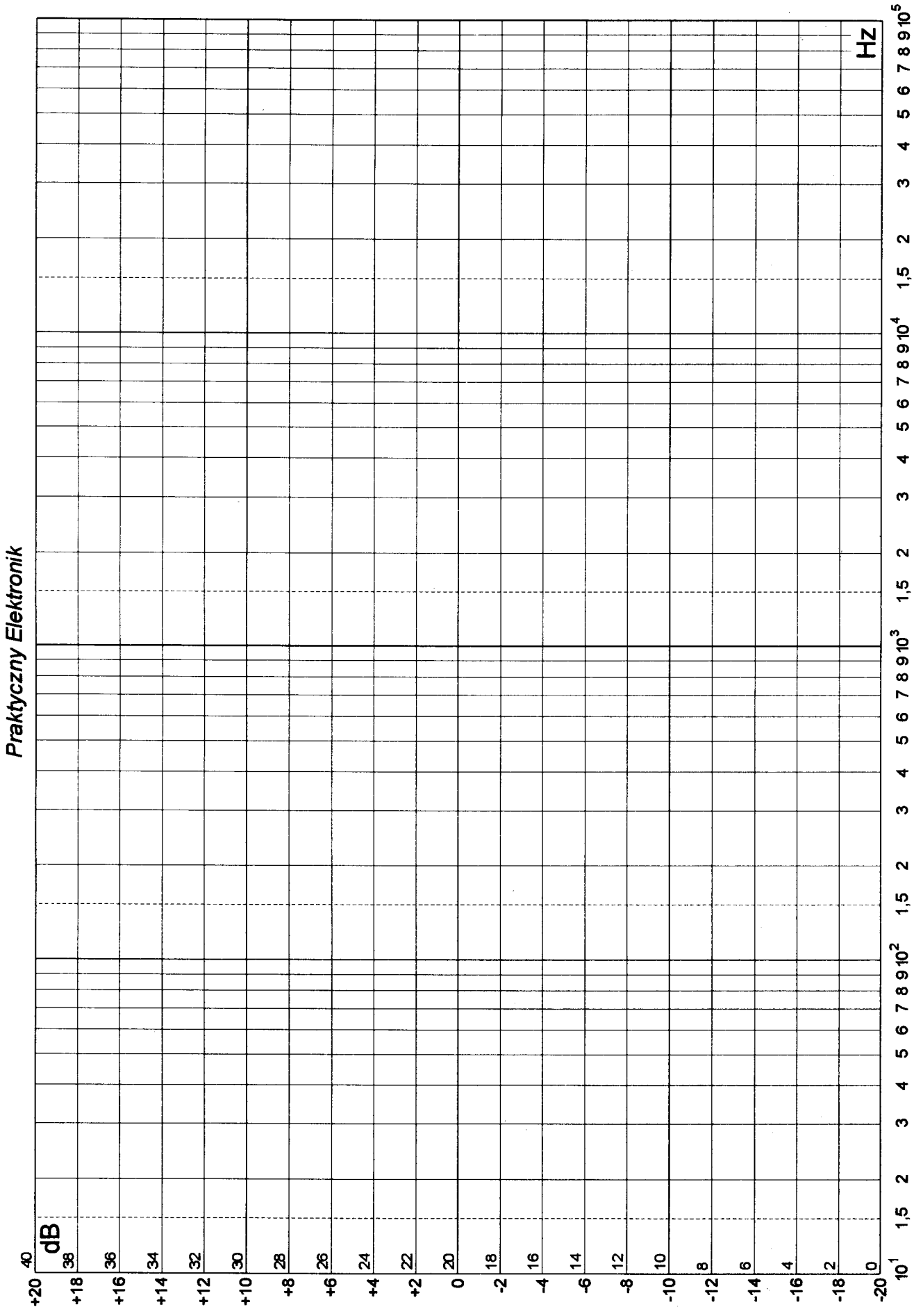
Pomiar punktowy przeprowadza się mierząc napięcie wejściowe i wyjściowe badanego układu przy zadanej częstotliwości. Liczba punktów pomiarowych (częstotliwości przy których dokonuje się pomiaru) powinna być dość duża, aby można było wykreślić charakterystykę. W miejscach silnych "zafalowań" charakterystyki pożądane jest zwiększenie liczby punktów pomiarowych.

Schemat układu do pomiaru charakterystyk częstotliwościowych zamieszczono na rysunku 1.




**Rys. 1 Schemat układu do pomiarów charakterystyki częstotliwościowej**

Sygnał z generatora przebiegu sinusoidalnego o regulowanej częstotliwości doprowadzony zostaje do badanego układu. Może to być wzmacniacz napięciowy, wzmacniacz mocy, regulator barwy dźwięku, przedwzmacniacz gramofonowy, kompresor dynamiki itd. W przypadku gdy badany układ może pracować z sygnałem wejściowym o poziomie setek miliwoltów generator podłącza się bezpośrednio do wejścia. Jeżeli jednak układ ma dużą czułość np. przedwzmacniacz gramofonowy, wzmacniacz odczytu w magnetofonie, powinno się na wejściu stosować dzielnik rezystancyjny zmniejszający amplitudę napięcia wejściowego. Dzielnik umieszcza się możliwie blisko układu badanego (najlepiej bezpośrednio na zaciskach wejściowych). Takie rozwiązanie zmniejsza przenikanie zakłóceń i przydźwięków sieci na wejście układu. Zalecane jest także, aby rezystancja rezystora R2 była równa rezystancji źródła sygnału z którym normalnie współpracuje układ. Stopień podziału wprowadzany przez dzielnik jest właściwie dowolny, ale ze względów praktycznych (łatwiejszych obliczeń) powinien on wynosić 1:10, lub 1:100, co dopowiada −20 i −40 dB.


Praktyczny Elektronik
dB
Hz
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
+20
+18
+16
+14
+12
+10
+8
+6
+4
+2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
$10^1$
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
$10^2$
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
$10^3$
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
$10^4$
1,5
2
3
4
5
6
7
8
9
$10^5$

Częstotliwość wyjściową generatora kontroluje się przy pomocy częstościomierza. Napięcie wyjściowe generatora powinno być stałe w całym zakresie częstotliwości. Do pomiaru niezbędny jest woltomierz napięcia zmiennego mierzący poprawnie w całym zakresie częstotliwości. Większość popularnych mierników cyfrowych nie spełnia tego wymogu. Jeżeli amplitudy napięcia są stosunkowo duże (powyżej 1 V) można wykonać pomiar przy pomocy detektora szczytowego z diodą germanową, mierząc napięcie stałe. Kondensator w detektorze powinien mieć pojemność pojedynczych mikrofaradów.

Wyniki poszczególnych pomiarów najwygodniej jest zapisywać w postaci tabeli, podając częstotliwość i wartość napięcia wyjściowego. Po zapisaniu wyników i zakończeniu pomiarów przystępuje się do obliczeń i zaznaczania punktów na wykresie.

Wykreślając charakterystykę wzmocnienia bezwzględnego wykonujemy banalne obliczenia, do których niezbędny jest kalkulator z logarytmami.

$$K_u\ [dB] = 20 \cdot \log \frac{U_{wy}\ [V]}{U_{we}\ [V]} \qquad \text{Wzór 1}$$

gdzie:
$K_u$ – wzmocnienie bezwzględne
$U_{wy}$ – napięcie wyjściowe
$U_{we}$ – napięcie wejściowe

Wyniki obliczeń nanosimy na wykres przy odpowiednich częstotliwościach. Po naniesieniu wszystkich punktów można połączyć je linią, która wyznaczy przebieg charakterystyki. Przydatny do tego celu może okazać się krzywik.

Jeżeli podczas pomiaru stosowany był wejściowy dzielnik R1, R2 do wyników wyrażonych w decybelach dodajemy stopień podziału dzielnika także wyrażony w decybelach.

W przypadku wyznaczania charakterystyki wzmocnienia względnego wzór 1 przybiera postać:

$$K_{uwzg}\ [dB] = 20 \cdot \log \frac{U_{wy}\ [V]}{U_{wyf=1\ kHz}\ [V]} \qquad \text{Wzór 2}$$

gdzie:
$K_{uwzg}$ – wzmocnienie względne
$U_{wy}$ – napięcie wyjściowe
$U_{wyf=1\ kHz}$ – napięcie wyjściowe przy częstotliwości odniesienia 1 kHz

Jeżeli wynik będzie dodatni oznacza to, że wzmocnienie dla danej częstotliwości jest większe niż dla 1 kHz, a gdy jest ujemny wzmocnienie jest mniejsze niż dla częstotliwości odniesienia. W tym przypadku nie ma znaczenia czy pomiar jest wykonywany z dzielnikiem wejściowym, lub bez niego.

Podczas pomiarów wskazane jest obserwowanie sygnału wyjściowego przy pomocy oscyloskopu. Ważne jest bowiem aby badany układ nie zaczął ograniczać przebiegu, w przypadku wysterowania go zbyt dużym sygnałem.

Drugą czynnością kontrolną jest sprawdzenie, czy przy zwartym wejściu miernik mierzący napięcie wyjściowe będzie wskazywał 0 V, co świadczy o braku oscylacji pasożytniczych, przydźwięków i innych zakłóceń.

Pożądane jest także sprawdzenie liniowości układu polegające na dwukrotnym zwiększeniu napięcia wejściowego np. przy częstotliwości 1 kHz. Napięcie wyjściowe powinno wtedy wzrosnąć także dwukrotnie (uwaga ta nie dotyczy kompresorów dynamiki, w tym również układów redukcji szumów).

Nie polecam rysowania charakterystyk na wykresie zamieszczonym na sąsiedniej stronie. Znacznie lepiej jest go wykorzystać jako oryginał do wykonywania kserokopii, na których można już wykreślać charakterystyki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

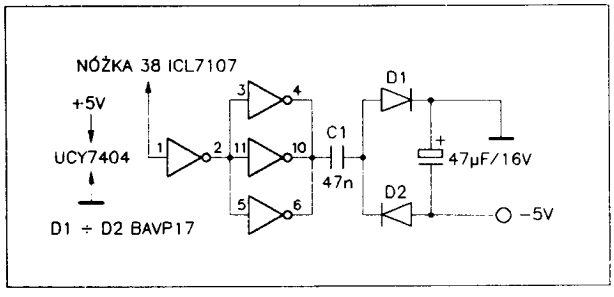
# ICL 7107 – usprawnienia.

**Prawie rok temu w numerze 2/93 Praktycznego Elektronika zamieściliśmy układ miliwoltomierza zbudowanego na układzie scalonym ICL 7107. Miliwoltomierz wymaga zasilania napięciem symetrycznym ±6 V. Stanowi to pewne utrudnienie przy wykorzystywaniu tego układu. Problem ten można jednak w prosty sposób rozwiązać, o czym traktuje niniejszy artykuł nadesłany nam przez Czytelnika.**

Po przeczytaniu artykułu pt.: Miliwoltomierz z układem ICL 7107" postanowiłem zbudować to urządzenie. Zachęciły mnie do tego lepsze parametry oraz zastosowanie układu ICL, gdyż miliwoltomierz z układem C 520 zrobiłem już wcześniej. Jedynym mankamentem układu ICL 7107 jest dla większości amatorów symetryczne zasilanie, z którym większość Czytelników próbowała się uporać.

Problem symetrycznego zasilania rozwiązałem poprzez kilka zmian w układzie woltomierza, oraz przez

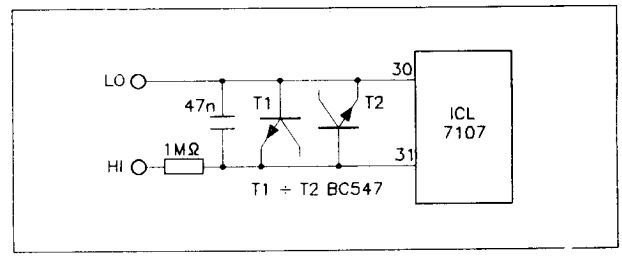
dodanie dodatkowego układu scalonego, pozwalającego na zasilanie pojedynczym napięciem. Do otrzymania ujemnego napięcia użyłem prostej przetwornicy napięcia zbudowanej na czterech inwerterach mieszczących się w układzie UCY 7404. Schemat przetwornicy zamieszczono na rysunku 1.




Rys. 1 Schemat ideowy przetwornicy +5 V/−5 V.

W przypadku stosowania przetwornicy świadomie zrezygnowałem ze stosowania diody Zenera BZY 573.

Na wejściu układu ICL 7107 zastosowałem dwie diody ogranicznika napięcia (w tej roli wykorzystałem złącze E-B tranzystorów BC 547). Dodatkowy rezystor o wartości 1 MΩ ogranicza prąd wejściowy w przypadku doprowadzenia napięcia przekraczającego napięcie przebicia tranzystorów. Kondensator 47 nF eliminuje przenikanie zakłóceń. Przy małych napięciach wejściowych spadek napięcia na rezystorze dodatkowym nie wpływa na dokładność pomiaru, wobec prądu wejściowego ICL 7107 rzędu 1 pA.




Rys. 2 Schemat ideowy układu zabezpieczenia wejścia

Zauważalny błąd natomiast może być wynikiem prądu płynącego przez tranzystory T1 i T2 dla zakresu pomiarowego ±2 V. Dlatego też w przypadku stosowania tego zakresu tranzystory należy pominąć i odpowiednio ostrożnie korzystać z woltomierza, lub zmienić konfigurację tranzystorów łącząc je szeregowo. Ograniczenie nastąpi wtedy w wyniku przebicia złącz B-E, a nie w kierunku przewodzenia. Dla złącz E-B tranzystorów napięcie przebicia mieści się w obszarze bezpiecznym dla wejść układu scalonego.

◇ Mirosław Popiela

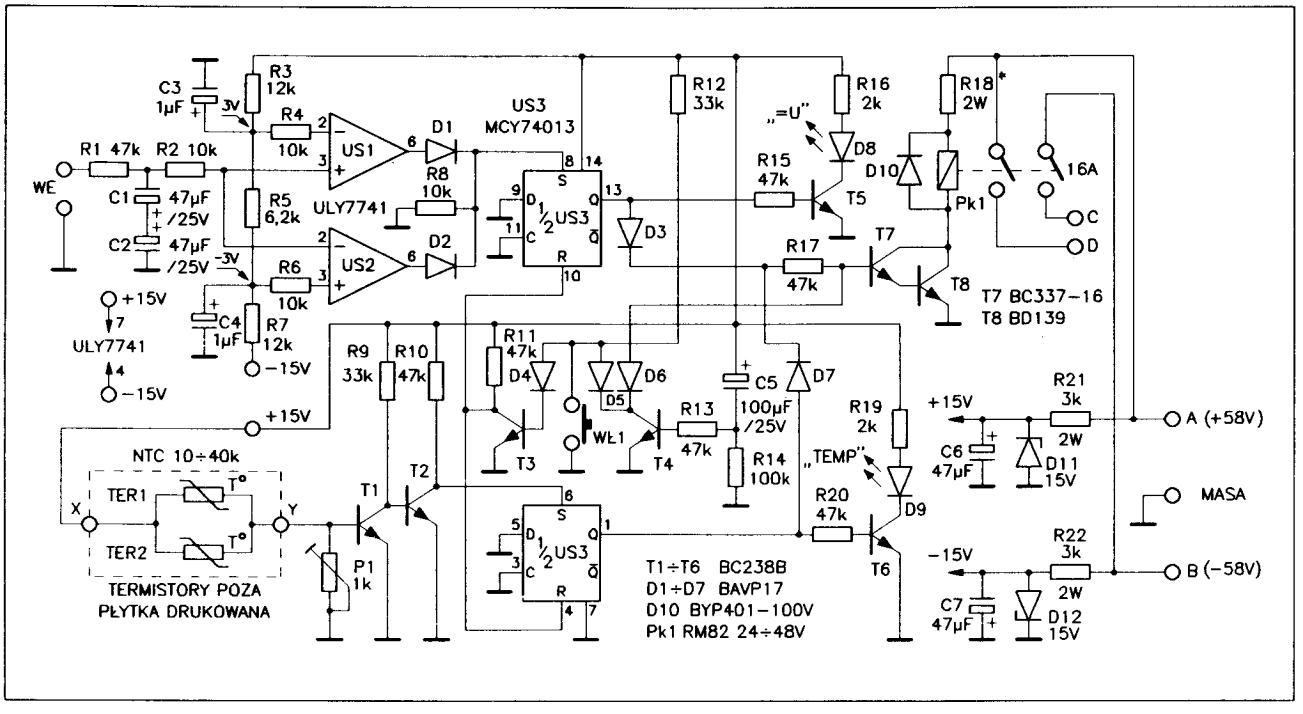
# Wzmacniacz akustyczny dużej mocy – zabezpieczenie

**Zbudowanie wzmacniacza dużej mocy wymaga odpowiednich środków finansowych. Kolumny głośnikowe o mocy 200 W także nie należą do tanich. Opłacalne jest zatem zbudowanie dodatkowego urządzenia chroniącego układ wzmacniacza, oraz kolumny przed uszkodzeniem. W artykule zamieszczono opis układu pozwalającego na zabezpieczenie wzmacniacza przed nadmiernym wzrostem temperatury tranzystorów końcowych. Kolumny głośnikowe są natomiast zabezpieczane przed pojawieniem się napięcia stałego na wyjściu wzmacniacza.**

## Opis układu

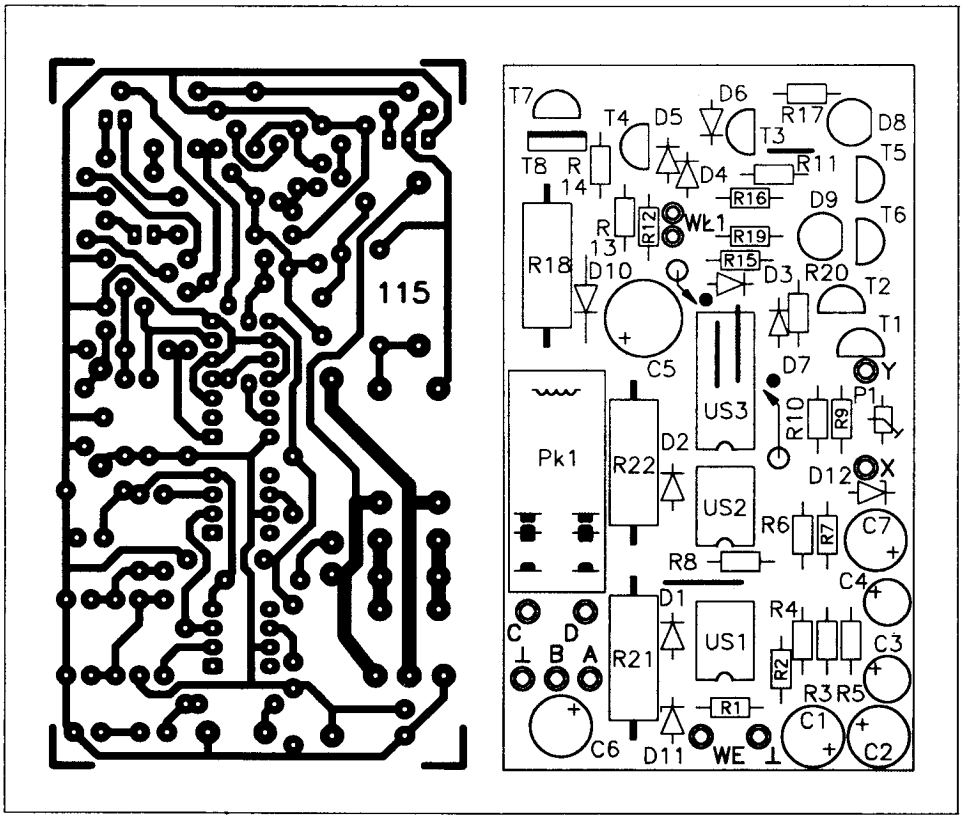
Zabezpieczenie przed nadmiernym wzrostem temperatury tranzystorów końcowych wykorzystuje w roli czujników dwa termistory TER1, TER2. Termistory umieszczone są bezpośrednio na tranzystorach mocy we wzmacniaczu. Termistory typu NTC charakteryzują się spadkiem wartości rezystancji wraz ze wzrostem temperatury. Zmniejszenie się rezystancji jednego z termistorów spowoduje wysterowanie tranzystora T1, zablokowanie T2 i ustawienie przerzutnika D (1/2 US3) w stan wysoki (wyjście Q, nóżka 1). Pociągnie to za sobą zapalenie się diody sygnalizującej przekroczenie temperatury maksymalnej D9. Równocześnie zostanie wysterowany układ tranzystorów T7 i T8 powodując zadziałanie przekaźnika PK1 i rozwarcie jego styków, przez które doprowadzone jest napięcie stałe zasilające wzmacniacz.

Zabezpieczenie przed pojawieniem się napięcia stałego na wyjściu wzmacniacza chroni kolumny głośnikowe i tranzystory mocy przed uszkodzeniem. Tranzystory mocy są w stanie "wytrzymać" kilkusekundowy przepływ bardzo dużego prądu stałego, rzędu 15 A. Dłuższy przepływ takiego prądu doprowadzi do termicznego uszkodzenia tranzystorów, których obudowy nie zdążą się rozgrzać do temperatury, przy której zadziała zabezpieczenie termiczne. Wyłączenie zasilania wzmacniacza daje gwarancje "uratowania" tranzystorów końcowych.




**Rys. 1 Schemat ideowy układu zabezpieczającego wzmacniacz dużej mocy przed uszkodzeniem**

Napięcie wyjściowe wzmacniacza doprowadzone jest do filtru dolnoprzepustowego R1, C1, C2. Składowa zmienna sygnału o dużej amplitudzie, nie wywołuje zmiany napięcia w punkcie połączenia rezystorów R1 i R2, które jest równe napięciu stałemu na wyjściu wzmacniacza. W normalnych warunkach pracy napięcie ma wartość 0 ± 0,2 V. W przypadku gdy napięcie stałe na wyjściu wzmacniacza zmieni swą wartość na ujemną, lub dodatnią, napięcie na kondensatorach C1 i C2 także ulegnie zmianie. Nastąpi to jednak z pewnym opóźnieniem (ok. 2 sek.).




**Rys. 2 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów**

Napięcie z kondensatorów C1 i C2 doprowadzone jest do dyskryminatora okienkowego, zbudowanego z dwóch wzmacniaczy operacyjnych US1 i US2. Przy zerowej wartości napięcia stałego na wyjściu wzmacniacza mocy, wyjścia obu wzmacniaczy US1 i US2 są w stanie niskim. Jeżeli wartość napięcia wyjściowego przekroczy 3 V, lub −3 V, wówczas wyjście wzmacniacza US1, lub US2 zmieni swój stan na wysoki. Ten sygnał po przejściu przez sumator diodowy D1, D2 zmienia stan wyjścia przerzutnika D (1/2 US3) na wysoki. Podobnie jak w przypadku przekroczenia temperatury, zapali się dioda D8 i zostanie włączony przekaźnik PK1, odcinający zasilanie wzmacniacza mocy.

Oba przerzutniki mogą zostać wyzerowane przez przyciśnięcie włącznika WŁ1. Sprawia to, że tranzystor T3 zostaje zablokowany, a napięcie na jego kolektorze osiąga wartość napięcia zasilania. Z kolektora T3 sygnał doprowadzony jest do wejść zerujących obu przerzutników. Wyzerowanie przerzutników jest możliwe tylko w przypadku, gdy zagrożenie, którym jest wzrost temperatury, lub napięcia stałego na wyjściu wzmacniacza, zostało zlikwidowane. W przeciwnym przypadku poziomy napięć, doprowadzonych do wejść ustawiających przerzutników, uniemożliwiają ich wyzerowanie.

W momencie włączania zasilania wzmacniacza napięcie na jego wyjściu nie jest ustalone. Sytuacja taka może doprowadzić do niekontrolowanego zadziałania układu zabezpieczającego. Dlatego też zastosowano rozwiązanie "znieczulające" układ na czas ok. 4 sek. po włączeniu zasilania. Prąd ładowania kondensatora elektrolitycznego o dużej pojemności przepływając przez rezystor R17 wytwarza na nim spadek napięcia. Pozwala to na wysterowanie tranzystora T4, który przez diodę D6 zwiera bazę tranzystora T7 do masy, uniemożliwiając tym samym włączenie przekaźnika PK1.

Do zasilania układu zabezpieczającego wykorzystano napięcie zasilające wzmacniacz mocy. Jest ono obniżane do wartości ± 15 V w układach stabilizatorów pracujących z diodami Zenera D11, D12. Wysokie napięcie zasilania wzmacniacza wymaga stosowania rezystorów o mocy 2W (R21, R22).

W szereg z cewką przekaźnika PK1 wstawiono rezystor ograniczający, którego wartość należy dobrać w zależności od stosowanego typu przekaźnika.

**Wykaz elementów**

| | |
|---|---|
| US1, US2 | – ULY 7741 ($\mu$A 741) |
| US3 | – MCY 74013 (CD 4013) |
| T1 ÷ T6 | – BC 238 B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$ |
| T7 | – BC 337-16 (BC 337-25) |
| T8 | – BD 139 (BD 127) |
| D1 ÷ D7 | – BAVP 17 ÷ 21 (1N4148) |
| D8, D9 | – dioda LED $\phi$ 5 mm kolor świecenia czerwony |
| D10 | – BYP 401-100 ÷ 1000 (1N4002 ÷ 0007) |
| D11, D12 | – BZP 683 C15 (BZX 79 na napięcie 15 V) |
| R1, R10, R11, R13, R15, R17, R20 | – 47 kΩ/0,125 W |
| R2, R4, R6, R8 | – 10 kΩ/0,125 W |
| R3, R7 | – 12 kΩ/0,125 W |
| R5 | – 6,2 kΩ/0,125 W |
| R9, R12 | – 33 kΩ/0,125 W |
| R14 | – 100 kΩ/0,125 W |
| R16, R19 | – 2 kΩ/0,125 W |
| R18* | – 1,5 kΩ/2 W dla typu przekaźnika podanego w wykazie |
| R21, R22 | – 3 kΩ/2 W |
| P1 | – 1 kΩ typ TVP 1232 "stojący" |
| TER1, TER2 | – termistor NTC, typ dowolny, rezystancja 10 ÷ 40 kΩ przy temp. 20°C |
| C1, C2, C6, C7 | – 47 $\mu$F/25 V typ 04/U |
| C3, C4 | – 1 $\mu$F/40 V typ 04/U |
| C5 | – 100 $\mu$F/25 V typ 04/U |
| PK1 | – RM 82P/24 V/8 A |
| WŁ1 | – włącznik monostabilny, typ dowolny |

płytka drukowana **numer 115**

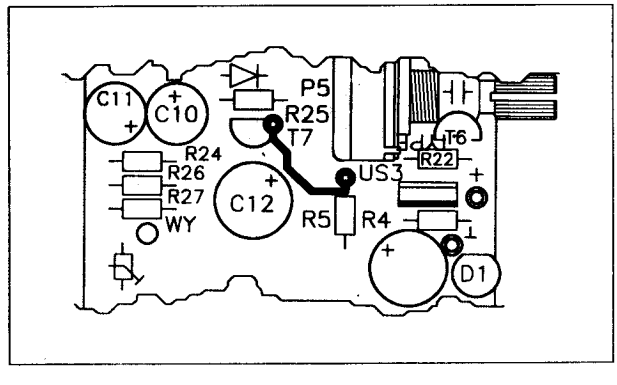
Płytka drukowana wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
Cena: 12.600 zł + koszty wysyłki.

**Ciąg dalszy w następnym numerze.**

# Korektor sygnału video – poprawka

"Errare humanum est" – mylić się jest rzeczą ludzką, głosi stara łacińska sentencja. Na rysunku płytki drukowanej (numer 102) korektora sygnału video zapomniano narysować jedną ścieżkę. Obok zamieszczony został rysunek fragmentu płytki 102 (widok od strony elementów), na którym czarną linią zaznaczono brakującą ścieżkę. Połączenie to można poprowadzić także przewodem izolowanym umieszczonym od strony druku. Część płytek drukowanych, które już wykonano, będzie posiadała ten błąd, ale można go łatwo naprawić.

**Za pomyłkę przepraszamy Czytelników.**




**Rys. 1 Fragment płytki drukowanej numer 102 z naniesioną poprawką**

Bezpośrednio do domu, niezawodne i terminowe dostawy
***Praktycznego Elektronika***
zapewni prenumerata.
Warunki prenumeraty i blankiety wpłat
zamieszczane są w środku numerów 2, 5, 8, 11 i 12.
Pamiętaj, pomyśl o tym już dziś.

Głośne sygnalizatory akustyczne do sprawdzania instalacji elektrycznej, sterowań, diod itp. Poleca wysyłkowo w cenie 70.000 zł Torkom (zamówienia list znaczek za 4.000 zł Rynek staromiejski 15 Toruń 1 Poste restante

Wykrywacze rozróżniające metale pocztą
ARMAND
Ryszarda 44
05-800 Pruszków

Nowa gazeta elektroniczna, dla wszystkich elektroników, hobbystów i profesjonalistów. Dostępna jest tylko na drodze prenumeraty. Więcej informacji uzyskasz na temat tej gazety pisząc do nas.
**Adres redakcji**
**Tomasz Osmański**
**Os. Prusa 90/1, 61-245 Poznań**

o GEMBARA o
SKLEP CZĘŚCI RTV
POZNAŃ UL. SIEMIRADZKIEGO 3
tel. 66 51 12, fax 48 41 39
NIP 779-002-72-37

**Janusz Gąsiorek**
ul. Wojska Polskiego 10/4 67-100 NOWA SÓL
**W katalogu 1/94:** tel. 38-11
- o zestawy do samodzielnego montażu (75 pozycji - w przygotowaniu nowe układy)
- o obwody drukowane: pisma "Radioelektronik", "Audio Video", "Nowy Elektronik" itp.
- o urządzenia elektroniczne - tunery sat., sterowniki świateł, semafory drukarkowe, elementy zestawów satelitarnych...
- o uniwersalne obudowy (polistyren)

Sprzedaż wysyłkowa. Katalog: koperta (A4) + znaczki 6.000 zł
Zawsze aktualne!

*Polecamy Państwu!*
★Projektowanie rysunku ścieżek ze schematu ideowego + schemat montażowy
★Wykonawstwo klisz foto-diapozytywowych
★Płytki drukowane z wierceniem otworów, serie i pojedyncze sztuki
★PROGRAMOWANIE PAMIĘCI "EPROM"
★PROGRAMATOR EPROMÓW do PC w formie dokumentacji + oprogramowanie + płytka drukowana + części
★Projektowanie dowolnego układu elektronicznego w formie dokumentacji lub "na gotowo"
★Informacje: koperta z adresem zwrotnym i znaczek 1000 zł za ksero
**Z.E. "ELTON" ROMAN HUMENIUK**
**55-200 OŁAWA**
**ul. 11-go Listopada 1A-4**

MER SERWIS s.c.

- MIERNIKI ANALOGOWE
- MULTIMETRY CYFROWE
- MULTIMETRY CĘGOWE
- MIERNIKI IZOLACJI
- MOSTKI POMIAROWE
- GENERATORY
- OSCYLOSKOPY
- CZĘSTOŚCIOMIERZE
- ANALIZATORY WIDMA
- ZASILACZE
- STABILIZATORY
- ZESTAWY DO BADANIA
- RADIOTELEFONÓW
- REFLEKTOMETRY i inne

firm krajowych oraz uznanych firm zagranicznych, jak:

- HUNG CHANG
- PHILIPS FLUKE
- METEX
- HITAHI i innych
- YU FONG
- CHAUVIN ARNOUX
- FINEST

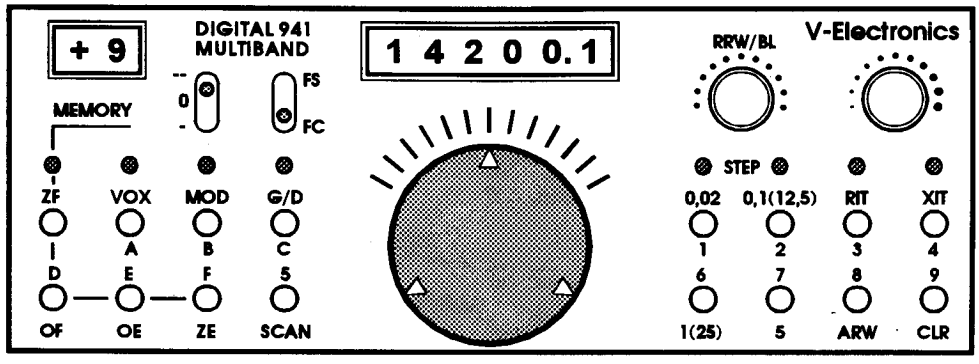
kupicie Państwo w hurcie i detalu w
**ZAKŁADZIE USŁUGOWO-HANDLOWYM**
**MERSERWIS S.C.**
**FIRMA JEST PŁATNIKIEM PODATKU VAT.**
**ul. Gen. Wł. Andersa 10, 00-201 WARSZAWA**
**tel. 31-42-56, tel/fax 31-25-21, tlx 816 221**
**czynnym w godz. 8$^{00}$-17$^{00}$**
Przy dużych zamówieniach możliwość dostawy transportem firmy. Multimetry cyfrowe - na życzenie sprzedaż wysyłkowa.
Prowadzimy także serwis elektrycznej i elektronicznej profesjonalnej aparatury kontrolno-pomiarowej.
SERDECZNIE ZAPRASZAMY

**NAJTAŃSZE**
**Art. Szkolne i Biurowe, oraz druki i kartony**
**poleca wieloletni producent**
Spółdzielnia "INSPRA"
Zielona Góra,
ul. Krośnieńska
tel. 35-25 i 700-41

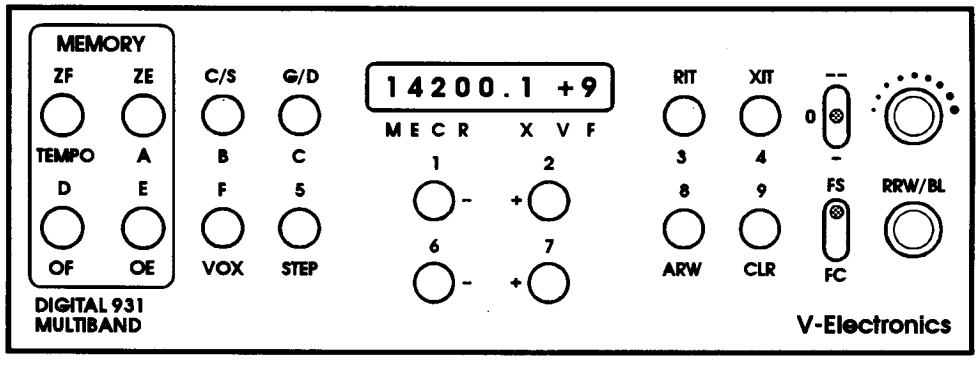
# V-Electronics poleca

## nowoczesne, mikroprocesorowo sterowane transceivery

**DIGITAL 941 MULTIBAND produkowany od stycznia '94**




**DIGITAL 931 MULTIBAND produkowany od marca '93**




Wymiary: 198 x 215 x 78 mm, ciężar 1 kg, zasilanie 13,8 V (max 15 V/3 A).
Zakresy pracy 20 kHz ÷ 31,766 MHz, 50 ÷ 60 MHz, 140 ÷ 150 MHz.
Zakresy gwarantowane 500 kHz ÷ 31,766 MHz, 50 ÷ 52 MHz, 144 ÷ 146 MHz.
Emisje na wszystkich częstotliwościach: CW, SSB górna i dolna wstęga, FM.
Moc wyjściowa nadajnika na częstotliwościach do 31,766 MHz - 4 W/50 Ω, 50 MHz - 1 mW/50 Ω, 144 MHz - 1 mW/50 Ω.
Czułość odbiornika do 31,766 MHz - 0,2 μV, 50 MHz - 0,25 μV, 144 MHz - 0,15 μV, (S/N = 10 dB, B = 2,4 kHz).
Oporność wejść odbiornika i wyjść nadajnika - 50 Ω.
Pasmo p.cz. odbiornika SSB, CW - 2,4 kHz lub CW zależnie od dodatkowego wmontowanego filtru CW. FM - 15 kHz.
Stałość częstotliwości kwarcowa - pełna synteza częstotliwości.
Pośrednie częstotliwości odbiornika: I - 41 MHz, II - 9 MHz, III - dla FM - 465 kHz.
Wejście odbiornika - odporny na skrośną modulację, niskoszumny mieszacz 2 x MOS-FET z uziemionymi bramkami, na 144 MHz dodatkowo przedwzmacniacz MOS-FET.
Kroki syntezera: DIGITAL 931 - 20 Hz, 200 Hz, 12,5 kHz, 500 kHz;
DIGITAL 941 - 20 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 12,5 kHz, 25 kHz, 100 kHz.
Przestrajanie w DIGITAL 931 - czterema przyciskami - każda para przycisków góra-dół z dwoma szybkościami, oraz 1 przycisk zmiany kroków;
w DIGITAL 941 - gałką z automatyczną zmianą kroków, oraz 4 przyciski dla zmiany kroków.
Transceivery wyposażone są poza tym w cyfrowe: VOX, BK, XIT, oraz RIT bez ograniczeń, S-mtr, układ współpracy z przemiennikami, w tym również satelitarnymi (cross-band), 15 pamięci częstotliwości, 12 pamięci klucza elektronowego. Ponadto kompresor dynamiki, ALC, układ blokady szumów. wyłączane ARW, trójpozycyjny tłumik, przełącznik selektywności.
W DIGITAL 941 dodatkowo skaner częstotliwości, oraz większe cyfry skali i S-mtra.

Dla radioamatorów proponujemy urządzenia w formie płytkowej - całkowicie działające, lecz bez obudowy i elementów ozdobnych w cenie: DIGITAL 931 - równowartość złotówkowa 290 USD, DIGITAL 941 - równowartość złotówkowa 395 USD.
Ceny urządzeń kompletnych : DIGITAL 931 - równowartość 370 USD,
DIGITAL 941 - równowartość 480 USD.
Dodatkowo do urządzeń proponujemy aktualnie: filtr antenowy KF 50/50 Ω - równowartość 25 USD, oraz wzmacniacz mocy dla pasma 144 MHz - 4 W/50 Ω - równowartość 50 USD.

**Producent, serwis gwarancyjny i pogwarancyjny:**
**V-Electronics ul. Sucharskiego 17, 65-001 ZIELONA GÓRA tel./fax 667-55**